

<b>Tisztelt Kollégák ! .....</b>	<b>1</b>
<b>MGE</b>	
Közgyűlés '96 — Az 1996. évi kitüntetések indoklása — Ifjú szakemberek ankétja '96 .....	3
<b>EAGE</b>	
Újabb magyar EAGE-tisztségviselő — EAGE-MGE Társulási megállapodás .....	15
<b>SZAKCIKKEK</b>	
Geoelektromos adatok analitikus előremodellezésen alapuló szimultán inverziója dőlt réteges földtani szerkezetekre <i>Gyulai Ákos, Ormos Tamás</i> .....	17
A szimultán interpretáció által nyújtott minőségi előnyökről. Következtetés a gravitációs inverziós eljárásoknak távolabbi célokat kitűző fejlesztési irányaira vonatkozóan <i>Steiner Ferenc</i> .....	27
Felszínközeli képződmények sűrűségének számítása gravimetriai adatokból (esettanulmány) <i>Kovácsvölgyi Sándor</i> .....	38
<b>CIKKEK</b>	
A magyar ércgeofizika története. Felszíni vasérc- és szulfidosérc-kutatás — <i>Szalay István</i> .....	46
<b>HÍREK, BESZÁMOLÓK</b>	
Az MTA CLVIII. közgyűléséről — Az MTA GGKI beszámolója 1995. évi tevékenységéről és kutatási koncepciója az 1996—98. időszakra — Szakértőink figyelmébe! — Gondolatok az MTESZ Szövetségi Tanácsának 1996. május 10-i ülésével kapcsolatban — Beszámoló az SPWLA Budapest Chapter, az MTA Veszprémi Tudományos Bizottsága, az MGE Zala megyei csoportja, ill. a GEOINFORM Kft. közös rendezésében 1996. május 15-én tartott előadóülésről — Tagtársaink figyelmébe.....	56
<b>IN MEMORIAM</b>	
Kremniczky Vilmos .....	74

37. évfolyam 1. szám



1996

## CONTENTS

Foreword of the Editors.....	1
<b>MGE (Association of Hungarian Geophysicists)</b>	
News .....	13
<b>EAGE (European Association of Geoscientists &amp; Engineers)</b>	
News.....	15
<b>Geophysical Papers</b>	
Simultaneous inversion of geoelectric data for dipping beds based on analytical forward modelling <i>Á. Gyulai, T. Ormos</i> .....	17
Enormous advantages of the joint inversion. Consequences to the proper ways by the development of various kinds of inversion technics, especially of the gravimetric one <i>F. Steiner</i> .....	27
Density determination of near-surface formations based on gravity data — a case history <i>S. Kovácsvölgyi</i> .....	38
<b>Papers</b>	
History of the mining geophysics in Hungary: Ground prospecting for iron and sulphide ores — <i>I. Szalay</i> .....	46
<b>News and Reports</b> .....	56
<b>In Memoriam</b>	
Kremiczky Vilmos.....	74

A lapban megjelenő cikkek adatainak és állításainak helyességéért, illetve közölhetőségéért a felelősséget kizárólag a szerzők viselik.

## MAGYAR GEOFIZIKA

Kiadja: Eötvös Loránd Geofizikai Intézet  
1145 Budapest, Kolumbusz u. 17-23.  
Telefon: 252-4999  
Felelős kiadó: dr. Bodoky Tamás igazgató  
Lombos Nyomda Kft., Budapest — Felelős vezető: Juhász Péter



Előfizethető a Magyar Geofizikusok Egyesületénél 1371 Budapest, Pf. 433, telefon: 201-9815  
Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében. Megjelenik évente négyszer.

**Index: 26 507**

## ÖRÖMMEL JELENTJÜK ÚJABB TAGTÁRSUNK KITÜNTETÉSÉT

A Magyar Köztársaság Elnöke

Dr. ÁDÁM ANTAL

akadémikus, az MTA Geodéziái és Geofizikai  
Kutató Intézet igazgatóhelyettese

részére

a

SZÉCHENYI-DÍJAT

adományozom



Kelt Budapesten, 1996. évi Március hó 15. napján

Gyula Ács

Őszintén gratulálunk!

### *Tisztelt Kollégák !*

A Magyar Geofizikusok Egyesületének 1993-as közgyűlésén, illetve az azt megelőző levélszavazást követően ért az a megtiszteltetés, hogy tisztelt kollégáim rám bízta az Egyesület lapjának, a Magyar Geofizikának a szerkesztését. A megelőlegezett bizalmat az elmúlt három év során igyekeztem kiérde-

melni és talán ezen igyekezetem elismerésének is tekinthetem, hogy most, 1996-ban, a hároméves választási ciklus lejártával, főszerkesztői megbízatásomat újabb három évvel meghosszabították. A bizalmat és a benne rejlő elismerést Egyesületünk minden tagjának köszönöm.

Egy lap sikerét vagy éppen sikertelenségét azonban nem egyetlen ember munkája és erőfeszítései határozzák meg, ezért most, az egyesületi választási ciklusforduló alkalmából úgy érzem, néhány szóval ki kell térnem arra, hogy

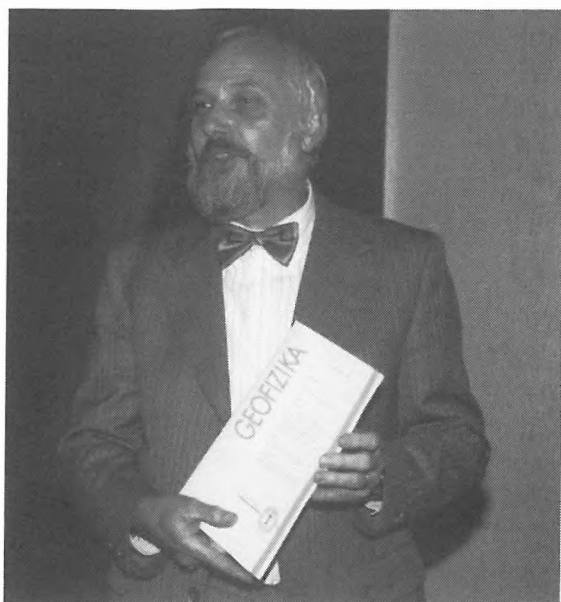
### **kiknek is köszönhető a Magyar Geofizika jelenlegi színvonala és formája?**

Természetesen, *mindenekelőtt a cikkek szerzőinek!* Hiszen a leggondosabban szerkesztett lap is csak üres kagylóhéj lenne a megfelelő tartalom nélkül. Köszönet illeti ezért a *szerzőket*, akik elfogadták magyar nyelvű lapunkat megfelelő publikációs fórumként és benne közölt dolgozataikkal megteremtették és fenntartják a lap színvonalát és elismertségét.

Köszönet illeti az *Egyesület azon jogi tagjait, akik biztosítják a lap megjelentetésének anyagi hátterét.* Ez a köszönet elsősorban a *MOL Rt.-nek*, mint a lap legfőbb támogatójának szól, de meg kell itt említenem a *Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézetet is*, amely — bár konkrét forintokkal nem teheti —, de nem kevés, konkrét forintokban is jól mérhető munkával járul hozzá a lap működtetéséhez.

Köszönet illeti még a *Pro Renovanda Cultura Hungariae Alapítványt*, amely minden szakmai érdek nélkül, egyszerűen mint a magyar kultúra részét támogatja lapunkat.

Köszönet illeti a *leköszönő szerkesztőbizottság tagjait*: dr. ÁDÁM Oszkárt, dr. FERENCZY Lászlót, KAKAS Kristófot, dr. KIS Károlyt, VERŐ Lászlót és ZELEI Andrást. Ők képviselték különböző területeken a lapot és a szerkesztőség szakmai problémáival is mindig hozzájuk fordulhatott. Hároméves



1

munkájukat megköszönöm a saját nevemben, valamint a szerkesztőség, a kiadók és az Egyesület teljes tagságának nevében is.

Végül, de nem utolsósorban szólnom kell azokról, akik ténylegesen készítik a lapot. Köszönet illeti (a legszigorúbb steineri kritériumok szerint is robusztus) TÓTH Lajos *szerkesztő urat*, aki nem lankadó igyekezettel próbál egységes lapot csinálni a bábeli forma- és formátumzavarban érkező szövegekből és el nem fogyó türelemmel gyomlálja főszerkesztőjének (csak remélem, hogy nem túl robusztus) helyesírási hibáit.

Köszönet illeti a *kiadói munkát végző* HEGYBÍRÓ Zsuzsannát és munkatársait, akiknek a lap végső megjelenési formáját köszönhetjük. Zsuzsának még külön is köszönjük szívós harcát a nyomdákkal a forintokért és a minőségért.



Mint a Magyar Geofizika újraválasztott főszerkesztője, szeretném egyúttal bejelenteni, hogy megalakult a lap új, 1996–99-es választási ciklusra szervezett szerkesztőbizottsága, amely egyben a Magyar Geofizikusok Egyesületének hivatalos szer-

kesztőbizottsága is. A bizottság tagjai: TÓTH Lajos szerkesztő, dr. ACZÉL Etelka, dr. FERENCZY László, KAKAS Kristóf, dr. SZARKA László, dr. VÁRHEGYI András és VERŐ László tagok.

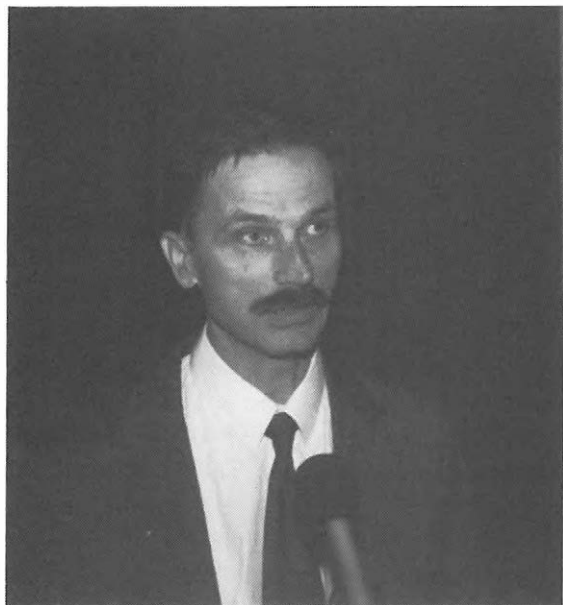
*Bodoky Tamás*



## KÖZGYŰLÉS '96

Egyesületünk 1996. április 12-én az MTESZ Fő utcai székházában tartotta meg évi rendes közgyűlését, amelyen a jelenléti ívek szerint 105 tagtársunk jelent meg.

KÉSMÁRKY István elnök üdvözölte *meghívott vendégeinket*: HESZTY Lászlót, az MTESZ alelnökét, HALMAI Jánost, a Magyarhoni Földtani Társulat főtitkárát, FARKAS Istvánt, a Magyar Geológiai Szolgálat főigazgatóját, BODOKY Tamást, az ELGI igazgatóját, valamint *jogi tagvállalataink* jelenlévő képviselőit: FISCH Ivánt, a MOL Rt. KTÁ főosztályvezetőjét, BALLA Kálmán ügyvezető igazgatót (Geoinform Kft., Szolnok) és ZELEI András ügyvezető igazgatót (Geofizikai Szolgáltató Kft.).



2

DUNAI Imre ipari miniszter és AMBRÓZY Pál, a Magyar Meteorológiai Társaság elnöke kimentését kérve kívánt sikeres munkát a közgyűlésnek.

Az elmúlt évben négy tagtársunk távozott az élők sorából: TÓTH Géza, SZEBÉNYI Géza, PÁLOS Miklós és KREMNICZKY Vilmos. A közgyűlés egyperces néma felállással adózott emléküknél.

Ezt követően KÉSMÁRKY István elnöki nyitóbeszédében az elmúlt időszak néhány tendenciájáról és tapasztalatáról számolt be. Elsőként a geofizikus szakma és az Egyesület helyzetéről beszélt. Az utób-

bi években átszervezések és leépítések során számos kollégánk vált munkanélkülivé, a talpon maradt cégek küzdelmet folytatnak fennmaradásukért. Reméli, hogy ilyen körülmények között felértékelődik az egyéni tudás, kezdeményezőképeség, kreativitás és vállalkozói készség. A szerviz vállalatok munkájuk során tovább öregbítették a magyar geofizika jó hírnevét. Az 1985-ös sikeres budapesti EAEG konferencia hatásaként korábban MOLNÁR Károly, jelenleg BODOKY Tamás és VERŐ László képviselik Egyesületünket az EAGE felső vezetésében, mely a személyes érdemeken túl, Egyesületünk elismerésének is tekinthető.

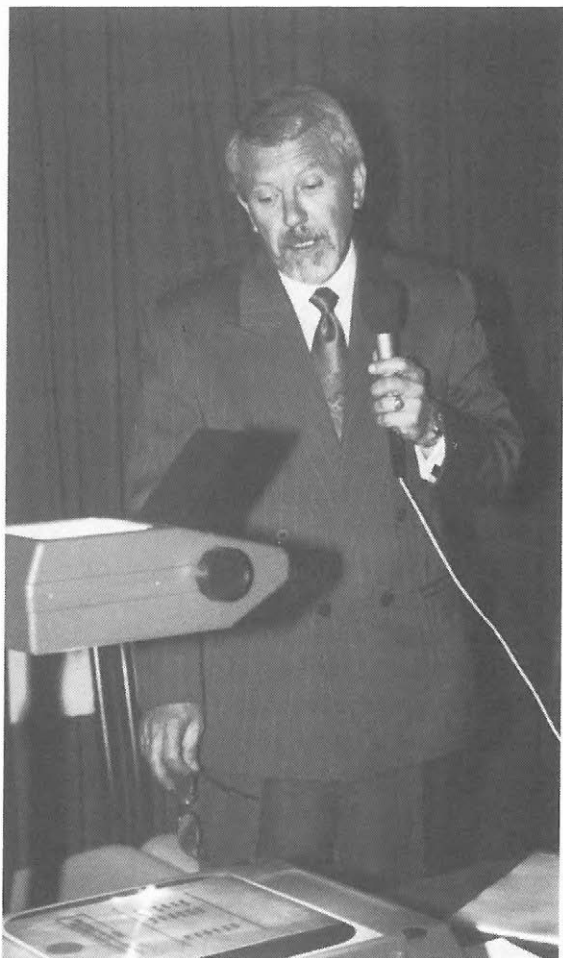
A tagság létszáma és aktivitása — melyet munkahelyi feladataik ellátása is korlátoz — az elmúlt években némileg csökkent, de a folyamat lassulni látszik. A nehézségek ellenére a területi csoportokban és szakosztályokban a munka az elmúlt időszakban is rendszeresen folyt. Az egyesületi feladatok egyik lehetséges legnagyobb haszna a határos szakterületek integrálása és a köztük folyó információáramlás segítése, e területeken kiemelte a Szénhidrogén Szakosztály tevékenységét.

A nehéz körülményekhez való alkalmazkodásra esélyei elsősorban a most pályakezdő fiataloknak lehetnek, akik közül viszonylag kevesen tudnak a szakmán belül elhelyezkedni. Ezúton kért mindenkit, hogy a pályakezdő fiatalokat próbálja az egyesületi munka értékeire rávezetni. Az évente megrendezett Ifjúsági Ankétjaink mindenesetre sikeresek és ez elsősorban az egyetemek jó munkáját dicséri. A 80-as évektől kezdve a fiatal szakemberek külföldi szakmai gyakorlatszerzésének lehetősége jelentősen nőtt, ilyen tapasztalatok itthon is javítják az elhelyezkedési esélyeket.

Nyugdíjas kollégáinkat arra buzdíthatjuk, hogy maradjanak az Egyesület tagjai, hiszen több egyesületi rendezvény és kirándulás kifejezetten az ő számukra szerveződik és az Egyesület Magyar Geofizikusokért Alapítványa — ha szerény mértékben is — de képes anyagilag is segíteni idősebb kollégáinkon.

Az Egyesület legfontosabb feladata a szakmai közélet és ismeretterjesztés fenntartása, és ez éppen a szakosztályi rendezvényeken, konferenciákon és nem utolsósorban az Egyesület lapjának, a Magyar Geofizikának a kiadásában valósul meg. A jövőben tudatosabban kell törekednünk az EAGE szakmai továbbképzésekre megszerezhető támogatásainak elnyerésére.

FERENCZY László titkár az elnöki megnyitóban elhangzottakat támasztotta alá statisztikai adatokkal és az elmúlt hároméves időszak fontosabb eseményeit emelte ki.



Elmondta, hogy a *taglétszám* 1989-től folyamatosan csökken. 1990-ben 766 tagja volt az Egyesületnek, 1995 végén 624, ami kb. 18 százalékos csökkenést jelent. Reményét fejezte ki, hogy a taglétszám nem csökken tovább, illetve a csökkenés minimális lesz. A taglétszám megoszlását tekintve tagjaink több mint fele Budapesten él. Jelenleg 113 nyugdíjas tagunk van. A harminc éven aluliak száma az 1993-as 103-ról 86-ra csökkent, ami talán a legnagyobb mértékű csökkenés, és az Egyesület utánpótlását tekintve nem jó jel.

A *rendezvényekkel* kapcsolatban elmondta, hogy az utóbbi három év szakmai szempontból kiemelkedő volt — mind az előadások száma, mind a rendezvények résztvevőinek száma tekintetében. Külön figyelmet érdemel az 1994. év, amikor 239 előadás hangzott el és összesen 1000 résztvevőt számláltak a rendezvények. Ehhez hozzájárult a mélyszeizmikus konferencia 124 előadása és a Magyarhoni Földtani Társulattal közösen rendezett vándorgyűlés 57 előadása is. 1993 és 1995 között közel 70 rendezvény több, mint 2000 résztvevővel került megrendezésre.

Az ifjúsági rendezvényeken 1992-ig 100 fő körül volt a résztvevők száma, 20 körül az előadások száma, ez 1993-ra 51 résztvevőre és 13 előadásra csökkent, ami összefügg a 30 éven aluli tagság csökkenésével is. 1994-ben jelentősen nem nőttek ezek a számok, de a csökkenés megállt.

Az egyéb rendezvényeknél egyre inkább az a tendencia, hogy a szakosztályok évente 1–2 előadót ültetnek — a korábbiaknál nagyobb előadásszámmal, koncentráltabb szakmai témával és nagyobb részvétellel. Az 1995-ös rendezvények közül kiemelte a pécsi előadót ültetést (9 előadás, 48 résztvevő), a miskolci geofizikai ankétot (15 előadás, 38 résztvevő), a Felszíni Szakosztály előadót ültetését (6 előadás, 50 résztvevő) és a Szénhidrogén Szakosztály előadót ültetését (6 előadás, 80 résztvevő).

Az Egyesület *nemzetközi kapcsolatainak* alakulásával kapcsolatban elsőként az EAEG kapcsolatairól számolt be. BODOKY Tamás elnöki, illetve alelnöki tisztsége az EAEG-ben lejár. Itt köszönte meg BODOKY Tamásnak az Egyesület és a magyar geofizika érdekében kifejtett tevékenységét. Az EAGE-n belül a magyar részvétel folytonossága biztosítva van, hiszen az EAEG divízió Technical Programme Officer-nek jelölte VERŐ Lászlót. 1997 végén nagy valószínűséggel Egyesületünk ad otthont egy magnetotellurikus workshop-nak, melyet az EAEG vezetése kezdeményezett. Az első körlevelekre szép számmal jelentkeztek előadók és résztvevők. Az EAEG két képviselője, E. BORNKAMP és J. C. GROSSET Budapesten megtekintették a lehetséges helyszíneket.

A Környezetvédelmi és Mérnökgeofizikusok Egyesülete (EEGS) Európai Szekciójának torinói konferenciáján döntés született arról, hogy 1999-ben Magyarország ad otthont az éves rendezvénynek.

Az Amerikai Geofizikai Unió kezdeményezésére 1994-től minden évben megrendezik a geofizikai egyesületek világtalálkozóját. Egyesületünk két taglálkozón képviseltette magát. A kelet-európai ré-

gióból Magyarország és Csehország vett részt, ezért felmerült az MGE régió belüli kezdeményező szerepe, melyre kísérletet is teszünk. A Vándorgyűlésre szeretnénk meghívni a környező országok 8–10 egyesületi vezetőjét egy közös eszmecserére, melynek szervezése folyamatban van.

Az SPWLA párizsi konferenciáján szóbeli megkezdés kapcsán felvetődött, hogy a 2002-es „nagy” SPWLA rendezvényre sikerrel pályázhat az Egyesület. Megpályázzuk és reméljük, hogy elnyerjük a rendezés jogát.

Az Egyesület *gazdálkodásával* kapcsolatban elmondta, hogy az utóbbi három év során bevételeink és kiadásaink is növekedtek. Ezen belül a működési költségek is, amelyek 1995-ben az infláció mértékét is meghaladták. Ez elsősorban a lapkiadás költség-növekedésének és a rendezvényekből adódó kisebb árbevételek következménye. Úgy tűnik, hogy az Egyesület tőkéjének kamatai és a jogi tagdíjak lehetővé teszik azt, hogy gond nélkül működhessünk a jövőben is.

Befejezésül köszönetet mondott az Egyesület jogi tagjainak: a MOL Rt.-nek, a GES Kft.-nek, a Geoinform Kft.-nek és a Geoparad Kft.-nek, illetve mindazoknak, akik minden segítséget megadtak az Egyesület sikeres működéséhez. Mint leköszönő titkár köszönetet mondott mindenkinek, aki az elmúlt hat évben segítette munkáját és lehetővé tette, hogy ilyen eredményekről számoljon be.

UJFALUSY Antal, az ellenőrző bizottság elnöke beszámolóját azzal kezdte, hogy — amint ez a titkári beszámoló-ból is kitűnik — veszteséges évről nem beszélhetünk.



4

A működési költség az inflációt meghaladó mértékben emelkedett, ami elsősorban a lapkiadás költségének növekedéséből adódott. Az anyagi kiadások

1993-ban 161 971 Ft-ot, 1994-ben 107 787 Ft-ot, 1995-ben pedig 130 571 Ft-ot tettek ki. A bérleti díjak összege 1993-ban 970 603 Ft, 1994-ben 1 162 034 Ft, 1995-ben 1 216 288 Ft volt. 1 m<sup>2</sup> terem-bér költsége 1994-ben 7690 Ft, 1995-ben 9228 Ft, 1996-ban 11 166 Ft, ami 21%-os emelést jelent. Az előadótermi bérleti díjak az MTESZ-ben 2000–25 000 Ft-ig terjednek, fél napra számítva. Ezek a kiadások tovább csökkenthetők azokkal a felajánlásokkal, amelyeket az ELGI vagy a MOL Rt. KUMMI tett az intézmények előadótermeibe meghirdethető előadásokra. Az MTESZ tagdíj, akárcsak a korábbi években, 1996-ban is 100 000 Ft. A nemzetközi tagdíjak alakulása a következőképpen változott: 1993-ban 94 439 Ft, 1994-ben 110 870 Ft, 1995-ben 163 763 Ft. A látszólagos létszamarányos költség-növekedés komoly megtakarítást jelent, mivel a taglétszám növekedése következtében újabb ingyenes helyeket kapunk a nemzetközi EAGE konferencián. A reprezentációs költségek csökkenést mutatnak. 1993-ban 184 905 Ft, 1994-ben 128 893 Ft, 1995-ben 136 714,70 Ft volt. A postaköltségeket is sikerült csökkenteni. 1994-ben 344 406 Ft, míg 1995-ben 273 781 Ft volt. Ez nagyban köszönhető az egyesületi összekötőknek és aktivistáknak, akik sokszor átvállalták a postás szerepét.

Jelentősen emelkedtek a jogi tagdíjak: az 1994-es 2 325 000 Ft-os összeg idén 3 808 000 Ft-ra emelkedett. A kamatokból származó, több milliós nagyságrendű bevétel szintén nőtt. A tagdíjból befolyt összeg jelentéktelen, az 1994-es 130 125 Ft-ról 1995-ben 255 510 Ft-ra emelkedett. Ez az összeg jelképes, ahhoz képest, amit az Egyesület nyújt a tagságnak (szaklapok, rendezvények, szakértői igazolványok stb.).

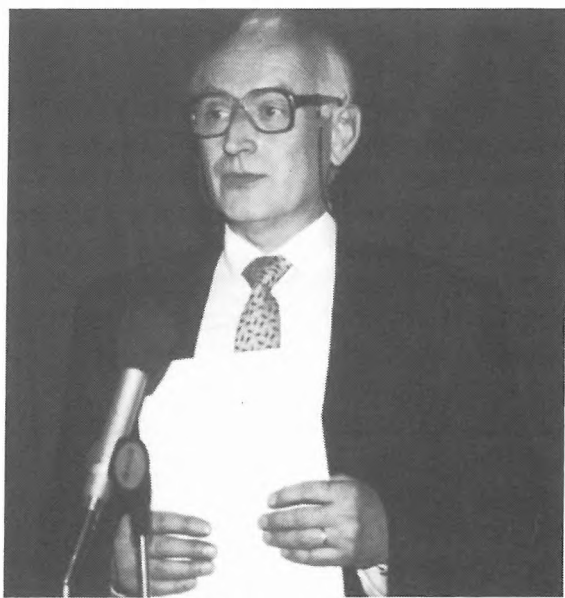
Végül néhány személyes gondolatot tárt a jelenlévők elé. Az ez évi szavazásnál a szavazólapok kb. 42%-a érkezett vissza, tavaly egy hasonló jellegű szavazásnál 36,7% volt ez az arány. Ez azért említésre méltó, mert tagjaink érdeklődése nőtt, a tagság élni kíván a döntési jogával.

Sajnálattal kell megállapítani, hogy a felnövekvő fiatal geofizikus generáció számára az Egyesületet nem tudjuk vonzóvá varázsolni. Az elnökség beszámolójából kiderült, hogy a szakmai érdeklődés, a cikkek és az előadások száma nőtt, a szakmai tevékenység élénk volt. A szűkebb szakmai témát átfogó ankétok nagyobb hangsúlyt kaptak, s különösen a tagság nagy részét érintő, előadások jelentettek érdekességet. Ilyen volt SZABÓ György előadása 120 résztvevővel.



Befejezésül megköszönte a tagság hosszú évekig tartó bizalmát és két dolgot említett meg az elmúlt évtizedekből, amelyek meghatározták az Egyesület irányvonalát, működőképességét. Az egyik az 1985-ös EAEG konferencia volt. Tapasztalatlansággal és pénztelenséggel vállalkozott az Egyesület ennek megrendezésére, ez létét erkölcsileg, nemzetközileg és pénzügyileg is hatalmas mértékben megalapozta. A másik nagy feladat a megbízásos munkák lebonyolítása volt, amely anyagi bázisunkat a továbbiakban meghatározta. Ez az anyagi bázis megmaradt, ami annak köszönhető, hogy „egy számmal kisebb cipőben jártunk, mint a lábunk mérete”.

NEMESI László, a Magyar Geofizikusokért Alapítvány kuratóriumának elnöke beszámolójának elején elmondta, hogy a Magyar Geofizikában a kuratórium 1995. évi beszámolója írásban is megjelent. Egy hároméves ciklus végére érkeztünk, ezért a szokásos évi beszámolón túl egy hosszabb áttekintést adott az alapítvány történetéről. Az alapítványt hat évvel ezelőtt, 1990. április 6-án hozta létre a Magyar Geofizikusok Egyesülete 300 000 Ft alaptőkével. Az alapító szándéka szerint a fiatal geofizikusok tudományos fejlődését és a szociális problémákkal küzdőket kívánja támogatni az alapítvány. A feltételeknek megfelelő pályázatok közül még egyet sem kellett elutasítani pénzhiány miatt. A szociális támogatások kezelésénél először fel kell deríteni a rászorulókat, ami a rászorulóknak szerénységének következtében sokszor nehéz feladat.



5

Az alapító szándéka szerint a tőke hozadéka osztható fel, amelyet az elmúlt hat év során általában nem merített ki a kuratórium. A jogi és természetes személyek befizetéseinek következtében az alaptőke 1991. januárban már 2,75 MFt, 1996. januárban

pedig 7,59 MFt volt. Az intézmények lehetőségei romlottak, állami intézmények pedig egyáltalán nem fizethetnek alapítványba. Ezért a támogatások elsősorban a Magyar Geofizikusok Egyesületétől és magánemberektől származnak. A ténylegesen létező pénzüsszegek mindig magasabbak voltak, mint az alaptőke: 1994. januárban 10 MFt, 1995. márciusban 11,5 MFt, 1996. januárban 12,5 MFt.

1995-ben a támogatások összege 373 500 Ft volt, a kamatbevételek több, mint 3 MFt-ot tettek ki, így az 1995. évi bevételek összege közel 3,5 MFt volt. 1995-ben szociális támogatásra 615 eFt-ot, az ifjúsági ankétra 107 eFt-ot, legjobb szakcikk díjazására 45 eFt-ot, szenior kirándulásra és klubdelutánra 80 eFt-ot adott az alapítvány. Az 1995. évi kiadások összege 1 654 901 Ft volt. Ha ezt a kiadást összevetjük az I. negyedévben tervezett összeggel, akkor megállapíthatjuk, hogy az alapítvány 600 eFt-tal kevesebbet költött a tervezettnél, ami elsősorban abból eredt, hogy a konferenciákra kevesebb fiatal jelentkezett, mint amennyire számítottak.

A kuratórium tudatosan is törekedett arra, hogy a kamatokból megtakarítson — így növelve az alaptőkét. Ugyanis a kamatok nagy mértékű csökkenése esetén a jelenlegi alaptőke kamatai nem fedeznék az éves kiadásokat.

A kuratórium leköszönő tagjai nevében is megköszönte a bizalmat, aminek szerettek volna megfelelni és megköszönte a támogatást, a kritikát és a javaslatokat is. Végezetül felhívta a figyelmet az Egyesület titkárságán található csekkekre, amelyen az alapítványba történő befizetést eszközölni lehet.

KÉSMÁRKY István megköszönte a beszámolókat. Elmondta, hogy az elnökség és az ellenőrző bizottság beszámolójának elfogadására a hozzászólások után kerül sor. Az alapítvány — lévén önálló jogi személy — beszámolóját a Közgyűlés csak tudomásul veszi.

BODOKY Tamás, mint a Magyar Geofizika c. lap főszerkesztője kezdte meg a hozzászólásokat. Egy évvel ezelőtt úgy érezte, hogy a lap nincs kellőképpen ellátva cikkekkal. Most megköszönte a szerkesztőbizottság, a lap és az Egyesület nevében, hogy ez a helyzet alapvetően megváltozott, az év folyamán nem a cikkek hiányával, hanem inkább azok bőségével küszködtek, amit szívesen tettek. A laphoz benyújtott cikkek száma az 1994. évi 10-ről 23 db-ra nőtt, amelyen felül a hamarosan megjelenő különszámban (az OTKA ankét rezüméit fogja közölni) még 14 cikk fog szerepelni. Az Ifjúsági Bizottságnak nagy szerepe volt a cikkek számának növekedésében, hiszen az ankét előadásait tudatosan megpróbálták cikkekké formáltatni a szerzőkkel. Megköszönte a szerkesztőbizottság oszlopának, TÓTH



Lajosnak és a kiadótól HEGYBÍRÓ Zsuzsannának a lapért végzett munkájukat.

A külföldi kapcsolatokhoz egy rövid kiegészítést tett. A Glasgow-i EAGE konferencia óta VERŐ László az EAGE Technikai Programbizottságának tagja és júniusban annak elnöke lesz. Az EEGS-nek pedig van egy hivatalos magyar képviselője TÖRÖS Endre személyében.

MOLNÁR Károly az elnöki megnyitóhoz tett kiegészítést. ÁDÁM Oszkár volt az első, aki az EAEG elnökségének tagja volt és szerepet vállalt abban, hogy az 1985-ös rendezvény Magyarországon kerülhessen megrendezésre.

Javasolta, hogy a szponzoroknak a Magyar Geofizikában ingyenes hirdetési lehetőséget kellene felajánlani. Ha nem tudunk semmit felmutatni, hogy mi mit adunk a jogi tagoknak, akkor nem biztos, hogy a jogi tagdíjak a jövőben is biztosítva lesznek. Hiszen például a MOL Rt.-nél olyan emberek döntenek a jogi tagdíjak odaítéléséről, akik az Egyesületi életről keveset vagy semmit sem tudnak, tehát azt nézik, hogy a cég mit kap cserébe.

FERENCZY László MOLNÁR Károly hozzászólására válaszolva elmondta, hogy a MOL eddig nem tartott igényt a hirdetési lehetőségre. A lehetőség még mindig megvan.

MOLNÁR Károly véleménye, hogy vezetőváltáskor az új vezetőknek mindig fel kell ajánlani a lehetőséget.

BODOKY Tamás ehhez a témához hallgatólagosan hozzátette, hogy a lapba mindent betesznek, ami egyesületi körökből jön. Ezt a kérdést csak akkor kívánják piaci alapra helyezni, ha az anyag kívülről érkezett.

OTTLIK Péter kérdésére, ami szerint milyen a szaklapunk nemzetközi „terítése”, BODOKY Tamás elmondta, hogy a Magyar Geofizika egy zárt terjesztésű lap, az Egyesület tagjai, illetve kb. 25 olyan könyvtár kapja a világ minden táján, mint pl. a washingtoni Kongresszusi Könyvtár, ahol mindenféle kiadványt gyűjtenek. A Geofizikai Közlemények a világon mindenhol eljut. A Magyar Geofizikát magunknak készítjük, ezért is magyar nyelvű. A Közlemények a külvilág számára készül, s cserealapon 55 országba küldjük el.

A közgyűlés az elnökség beszámolóját és az ellenőrző bizottság beszámolóját egyhangúlag elfogadta.

A szünet után a jelölőbizottság és a szavazatszámoló bizottság jelentésére került sor.

GADÓ Károly, a jelölőbizottság elnöke a bizottság nevében beszámoló helyett rövid tájékoztatást adott. Ismét egy hároméves ciklus végére értünk, a bizottságnak 15 posztra kellett jelöltet találni, összesen

23 név szerepelt a szavazólapokon. A jelölőbizottság ismét találkozott a problémával, mely szerint nehéz fiatalokat találni. Ezért előkerültek olyan tagtársak nevei, akik korábban már bizonyították tehetségüket és rátermettségüket. A Jelölőbizottság elvégezte feladatát. A bizottság tíz tagjának egyetértésével kerültek fel a jelöltek listájára azok a nevek, melyekkel a tagság a szavazólapokon találkozott. A jelölőbizottság nevében megköszönte a tagtársak bizalmát és az elnökség támogatását ahhoz, hogy a bizottság az elmúlt hat évben munkáját elvégezhesse.



6

HURSÁN László, a szavazatszámoló bizottság elnöke a választás eredményéről számolt be. A bizottság, melynek tagja volt még ALBU István és VARGÁNÉ TÓTH Ilona, úgy gondolta, hogy mivel a szakosztályok vezetőségét is most választották, a szakosztályok egy-egy képviselője is legyen jelen a szavazatszámolásnál. Így a Szénhidrogén Szakosz-



7

tály részéről MOLNÁR Károly, a Felszíni Szakosztály részéről LÁSZLÓ Csaba, az Általános Szakosztály részéről pedig KOVÁCS Péter vett részt a bizottság munkájában, melyet a Titkárság is segített.

Első alelnökre, titkára, az ellenőrző bizottság elnökére és tagjaira, a Magyar Geofizika főszerkesztőjére és a kuratórium tagjaira érkeztek szavazatok. A kiküldött szavazólapok száma 622 db volt, ebből beérkezett 263 db.

Első alelnök PÁLYI András, titkár VERŐ László, az ellenőrző bizottság elnöke JÁNVÁRI János, az ellenőrző bizottság tagjai TURAI Endre és SZEIDOVITZ Győzőné, a Magyar Geofizika főszerkesztője BODOKY Tamás, a kuratórium tagjai TAKÁCS Ernő, NAGY Zoltán (MOL Rt.), ACZÉL Etelka, HURSÁN László, NEMESI László, DRAHOS Dezső, ÁBELE Ferenc, VÁRHEGYI András, HORVÁTH Ferenc lett.

Az *Általános Szakosztály* kiküldött szavazólapjainak száma 104 db, ebből beérkezett 34 db. A szakosztály elnöke MÁRTONNÉ SZALAY Emőke, titkára SÁTORI Gabriella lett.

A *Felszíni Szakosztály* 337 szavazólapot küldött ki, melyből beérkezett 127 db. A szakosztály elnöke GOMBÁR László, titkára TAKÁCS Ernő lett.

A *Szénhidrogén Szakosztály* 202 db szavazólapot küldött ki, melyből 95 érkezett vissza. A szakosztály elnöke FERENCZY László, alelnökei VINCZE Tamás és TORMÁSSY István, titkára TÖRKÖLY József lett.

A *területi csoportok* vezetőségeinek újonnan választott tagjait is ismertette HURSÁN László:

Az *Alföldi Csoport* elnöke KISS Bertalan, társelnökei BALLA Kálmán és SZALÓKI István, titkára TÓTH József.

Az *Észak-magyarországi Csoport* elnöke HURSÁN László, titkára PETHŐ Gábor.

A *Mecseki Csoport* elnöke SZÜCS István, titkára BERTA Zsolt.

A *Soproni Csoport* elnöke BENCZE Pál, titkára SÁTORI Gabriella.

A *Zala megyei Csoport* elnöke ÁBELE Ferenc, titkára CSÁSZÁR János.

KÉSMÁRKY István gratulált minden újonnan megválasztott tisztségviselőnek és az előző ciklus valamennyi tisztségviselőjének munkáját megköszönte.

Az elnökségi asztalnál történt helycserék után a leköszönő alelnök, KISS Bertalan megköszönte a tagság hároméves támogatását és sok sikert kívánt az elnökségnek a további munkához.

KÉSMÁRKY István gratulált négy tagtársunknak, akik magas kitüntetést kaptak, illetve magas tudományos fokozatot értek el: ÁDÁM Antalnak a *Széchenyi-díjért*, MESKÓ Attilának az *akadémiai*

*cím* eléréseért, STEGENA Lajosnak az *Eötvös József-koszorú* elnyeréséért és VERŐ Józsefnek, hogy az Akadémia *levelező tagja* lett.

Az egyesületi kitüntetések közül elsőként az *Eötvös Loránd Emlékérem* átadására került sor, melyet ebben az évben MÁRTON Péter kapott a geofizika területén kifejtett kimagasló munkásságáért.

A külföldi állampolgárok közül *tiszteleti tagságot* kapott HAJNAL Zoltán a magyar geofizikusokkal kialakított jó kapcsolata és az Egyesület szakmai segítségének elismeréseként, a magyarországiak közül pedig FERENCZY László, HURSÁN László és MIKLÓS Gergely az Egyesületért kifejtett munkájukért.

*Egyed László Emlékérmét* kapott MÁRTONNÉ SZALAY Emőke és VARGA Péter, kiemelkedő szakmai munkájuk elismeréseként.

Az Egyesületi életben kifejtett tevékenységért *Renner János Emlékérmét* kapott ACZÉL Etelka és TÓTH József.

Társadalmi tevékenységéért *Emléklapot* kapott BOCK János, HEGYBÍRÓ Zsuzsanna, SZÜCS István, TÓTH Lajos, VARGÁNÉ TÓTH Ilona.

Az Egyesület Tudományos és Oktatási Bizottságának javaslatára három cikk kapta meg a *legjobb elméleti és gyakorlati tanulmányokért* járó elismerést:

KIS Károly — WITTMANN Géza: A MAGSAT mesterséges hold mágneses méréseinek feldolgozása II., a mérési adatok interpolációja (Magyar Geofizika, 36. évf. 2. szám),

WITTMANN Géza — KIS Károly: A MAGSAT mesterséges hold mágneses méréseinek feldolgozása III., az ekvivalens mágneses réteg eloszlása az európai régióban (Magyar Geofizika, 36. évf. 3. szám),

DANKHÁZI Gyula: A gerjesztett potenciál elvi alapjairól, különös tekintettel a porózus képződményekre (Magyar Geofizika, 36. évf. 2. szám).

*Társadalmi jutalmat* kapott: BODRI Bertalan, CZIPÓ László, JÁNVÁRINÉ KÁNTOR Ilona, LÁSZLÓ Csaba, LŐRINCZNÉ ÁBRAHÁM Katalin, MILÁNKOVICH Andrásné, PETHŐ Gábor, TÖRKÖLY József és VÁRHEGYI András.

ORMOS Tamás, Egyesületünk új elnöke zárszavában mindenekelőtt az elnökség nevében gratulált a kitüntetetteknek. Megköszönte a tagság bizalmát, amellyel ebbe a pozícióba juttatták. Az elmúlt hároméves ciklusban Egyesületünkért és tagtársaink érdekében kifejtett tevékenységéért köszönetet mondott az elnökség tagjainak, a szakosztályok és a területi csoportok tisztségviselőinek és aktivistáinak,



8

a kuratórium tagjainak és valamennyi tagtársunknak, akik tevékenységükkel segítették az Egyesületet.

Az új elnökség programját a következő elnökségi ülésen fogja kialakítani. A feladatok nagy része adott, s ezek közül az egyik legfontosabb, hogy megmaradjon az Egyesület. S bár az előző vezetés stabil gazdasági helyzetet hagyott maga után, az új vezetésnek nem szabad elbízni magát. További feladatok között szerepel az ifjúsági ankét és a vándorgyűlés lebonyolítása. Ez utóbbihoz kapcsolódóan a környező országok geofizikai egyesületeinek képviselőit is meghívtuk. Ezenkívül el kell kezdeni a felkészülést a jövő évi magnetotellurikus workshop-ra.

Az utóbbi időben a Magyar Geofizikában megjelent publikációk száma jelentősen nőtt. Reményét

fejezte ki, hogy a publikációs kedv nem törik meg. A szakosztályi rendezvények számában is növekedés következett be. Ezek a rendezvények színvonaluknak köszönhetően egyre nagyobb számú résztvevőt is a magukénak mondhatnak, s remélhetőleg ez a tendencia folytatódik a jövőben is.



9

Örök téma a közgyűléseken, hogy kevés fiatal látogatja a rendezvényt. A Miskolci Egyetem negyedéves geofizikusainak nagy része ellátogatott a közgyűlésre, s remélhetőleg mások is követni fogják ezt a példát.

Megköszönte a figyelmet és a nagyszámú megjelenést, majd berekesztette a közgyűlést.

A napot a hagyományos *baráti találkozó* zárta a Régi Sípos Étteremben.

*Ferenczy László*



10



## Eötvös Loránd emlékérem

MÁRTON Péter



11

MÁRTON Péter egyetemi tanulmányait az Eötvös Loránd Tudományegyetem geofizikus szakán végezte. 1961-től dolgozik az ELTE Geofizikai Tanszékén, 1986 óta egyetemi tanárként. Az elmúlt három évtizedben sokrétű oktatói tevékenységet folytatott a hazai geofizikus és geológus szakemberképzés terén. Hat egyetemi jegyzetet írt. Társ-szerzője a *Geofizikai kutatómódszerek* című egyetemi tankönyvsorozat első kötetének, egy tankönyv jellegű kiadványnak és további két egyetemi jegyzetnek. Oktatói munkáját 1980-ban *Kiváló munkáért* kitüntetéssel ismerték el.

Kiemelkedő tudományos eredményei vannak a paleomágnesség és archeomágnesség területén. Egyetemi doktori disszertációját, amelyet 1964-ben védett meg, az első hazai — bazaltkőzeteken végzett — paleomágneses mérésekről írta. Kandidátusi értekezésében (1970) az elmúlt 2000 év paleoszekuláris variációinak törvényszerűségeit adta meg, az akkor elérhető összes archeomágneses mérési eredmény értékelésével.

1971 és 1975 között hivatalos kiküldetésben a zariai (Nigéria) Ahmadu Bello Egyetem Geológiai Tanszékén volt *senior lecturer*, ahol különféle földtani és geofizikai tárgyakat oktatott geológus és fizikus hallgatók részére.

Akadémiai doktori fokozatát 1985-ben kapta meg, a paleozoós és mezozoós paleomágneses tér kutatásában elért eredményei alapján.

Az elmúlt három évtizedben — munkatársai közreműködésével — külföldön is elismert eredményeket ért el a paleomágneses módszer fejlesztésében és alkalmazásában. Vizsgálatainak eredményeit felhasználták a geofizikán kívül a régészetben, a negyedkor-kutatásban és a földtanban.

Több sikeres OTKA és művelődési minisztériumi pályázat témavezetője volt.

Mintegy 100 tudományos publikációja jelent meg, ebből több mint húsz vezető nemzetközi folyóiratokban. Munkáira száznál több hivatkozás ismert, figyelembe véve a témakörben dolgozó kutatók számát, ez nemzetközileg is kiemelkedő elismertséget jelez. Több nemzetközi konferencián szerepelt konvenorként, szekció elnökként, illetve előadóval.

Tagja a Magyar Tudományos Akadémia X. Osztálya Geofizikai Tudományos Bizottságának és a Magyar Geofizikusok Egyesülete elnökségének, valamint az ELTE TTK Tudományos Doktori Bizottságának.

A Magyar Geofizikusok Egyesülete Általános Geofizikai Szakosztályának elnökeként több sikeres tudományos ülésszakot szervezett.

A hazai korszerű paleomágneses kutatási bázis kifejlesztéséért és a nemzetközileg is számon tartott eredményekért 1984-ben (megosztott) *Akadémiai díjjal* tüntették ki. 1992-ben kiemelkedő tudományos és oktatói munkája elismeréseként megkapta az ELTE *Természettudományi díját*, majd 1994-ben a *MTE SZ emléklapot*. Egyesületünkől 1992-ben megkapta az *Egyed László emlékérmét*.

Harmincéves oktatói munkássága során geológusok és geofizikusok generációi kaptak MÁRTON Pétertől biztos ismereteket, az általa vezetett laboratórium nemzetközi megbecsülést vívott ki.

## Tiszteleti tagság

HAJNAL Zoltán

HAJNAL Zoltán a Saskatoonban működő Saskatchewan Egyetem Geológiai Tanszékének geofizikus professzora. A mindenkorai lehetőségekhez mérten igyekezett jó kapcsolatokat kiépíteni a magyar geofizikusokkal és segíteni a fiatal hazai szakembereket. Tanszékén — az utóbbi évtized lehetőségeit kihasználva — állandóan fogad hazai geofizikusokat. Segíti őket a nyugati geofizikai eredmények megismerésében és egyben angol nyelvtudásuk fejlesztésében.

Nagy szerepe volt abban, hogy a LITHOPROBE — a nagyszerű eredményeket elért és kiváló felsze-



reltségű kanadai litoszféra kutató központ — az Eötvös Loránd Geofizikai Intézettel 1992 őszén DK-Magyarországon közös mélyreflexiós szeizmikus méréseket végzett. A mérésekhez a LITHOPROBE a rendkívül nagy értékű szeizmikus berendezését is Magyarországra hozta és saját kutatógárdájával üzemeltette. A mérésekben svájci kutatók is részt vettek. A nemzetközileg is jelentős kutatás kivitelezését számos hazai és külföldi szponzor támogatása tette lehetővé.

HAJNAL Zoltán 1993. szeptember 9-én a Magyar Geofizikusok Egyesülete nagykanizsai vándorgyűlésén a Trans-Hudson orogén öv területén végzett geofizikai kutatásokról tartott előadást.

HAJNAL Zoltán professzor jelentős segítséget nyújtott az MGE és az ELGI közös rendezésében hazánkban lebonyolított, *Seismic reflection probing of the continents and their margins* témájú 6. nemzetközi szimpóziumhoz.

HAJNAL professzor azóta is rendszeres kapcsolatban van a magyar geofizikusokkal. Értesítettük a tiszteleti taggá választásról, ezt nagy megtiszteltetésnek tekint. Egy New York-i előadása miatt nem tud a közgyűlésen részt venni, de reméli, hogy május közepén az Egyesületben előadást tarthat és akkor találkozhat a Magyar Geofizikusok Egyesülete tagjaival.

#### FERENCZY László

FERENCZY László 1969-ben szerzett geofizikus mérnöki diplomát a Miskolci Egyetemen. Az Országos Kőolaj- és Gázipari Trösztnél, az ME Geofizikai Tanszékén, a Geofizikai Kutató Vállalatnál dolgozott, illetve oktatott. Jelenleg a MOL Magyar Olaj- és Gázipari Rt. kutatással, fejlesztéssel foglalkozó főmunkatársa.

Egyesületünknek 29 éve aktív tagja. 1986 és 1990 között az Észak-magyarországi Csoport titkáráként a régió egyesületi életének egyik fő szervezője volt. Az 1975-ben megalakult Ifjúsági Bizottság első titkára, majd elnöke. Lelkes és intenzív tevékenységének is köszönhetően az Ifjú Szakemberek Ankétja rendezvénysorozat máig is tartó új lendületet kapott. Szinte valamennyi nagyrendezvényünk szervezésében aktív szerepet vállalt és vállal. Hat éven át, 1990-től 1996-ig Egyesületünk titkári teendőit látta el. A reá jellemző lendülettel és munkabírással, fáradságot nem kímélve irányította Egyesületünk mindennapi életét, képviselte tagságunk érdekeit számos fórumon. Döntő szerepe van abban, hogy a 90-es évek közepére kialakult közismert nehézségek ellenére a Magyar Geofizikusok Egyesülete színvonalasan tudott működni.

Egyesületi munkásságát 1978-ban és 1986-ban Egyesületi emléklappal, 1987-ben Renner János emlékéremmel ismerte el az MGE elnöksége.

#### HURSÁN László

HURSÁN László 1957-ben matematika-fizika szakos középiskolai tanári, 1960-ban a Miskolci Egyetemen geofizikus mérnöki, 1967-ben mélyfúrás geofizikus szakmérnöki oklevelet szerzett. Az Eötvös Loránd Geofizikai Intézetben, az Országos Földtani Kutató Fúró Vállalatnál és a Miskolci Egyetemen dolgozott, illetve oktatott. Jelenleg nyugdíjasként a Miskolci Egyetemen dolgozik.

Egyesületünknek 39 éve aktív tagja. Az Egyesület Észak-magyarországi Csoportjában 1963 óta vezető tisztséget tölt be. A kezdeti időkben titkárként, később, a mai napig elnökként az észak-magyarországi geofizikai szakmai élet szervezésében kiemelkedő szerepet vállalt. Aktívan részt vett számos nagyrendezvény szervezésében, lebonyolításában. Hosszú ideig az Oktatási Bizottság tagja volt. A Szavazatszedő Bizottság elnökeként az egyesületi tisztségviselők választásának precíz lebonyolításában tagtársaink megbecsülését vívta ki. A Society of Professional Well Log Analysts Budapest Chapterének alapító tagja, jelenleg választott alelnöke.

Egyesületi munkásságát 1966-ban Egyesületi emléklappal, 1986-ban Renner János emlékéremmel ismerte el az MGE elnöksége.

#### MIKLÓS Gergely

MIKLÓS Gergely alapító tagja a Magyar Geofizikusok Egyesületének. Egyesületi szereplése 1959-ben kezdődött és rögtön kiemelkedő sikerrel: társ-szerzővel tartott előadása ugyanis elnyerte az első ifjúsági ankét legjobb előadásának díját.

A 60-as évek végétől a Közgazdasági Bizottság titkáráként, majd később elnökeként fejtett ki a geofizika számára fontos tevékenységet.

A 70-es évek végétől az Egyesület gazdasági munkáját irányította. E tevékenységében a csúcspontot a European Association of Exploration Geophysicists 1985. évi konferenciájának pénzügyi tervezése és kivitelezési munkája jelentette. Az akkori szervezőbizottság egyetlen tagja, aki ez ideig még nem kapta meg a tiszteleti tagság kitüntetését.

1989 és 1992 között, amikor a Magyar Geofizikusok Egyesülete lehetőséget kapott szakmai munkák elvégzésére, MIKLÓS Gergely volt az, aki fáradságot nem kímélve szerzett jól fizető munkákat az Egyesületnek, amely mind az Egyesület mai pénzügyi bázisát, mind az Alapítvány létrehozását megalapozta.

## Egyed László emlékérem

### MÁRTONNÉ SZALAY Emőke

MÁRTONNÉ SZALAY Emőke a földtudományok doktora, a paleomágneses kutatások nemzetközileg elismert kutatója. Munkahelye az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet. Jelentős érdemei vannak mind hazánk, a Kárpát-Pannon-medence, mind a környező országok földtani-tektonikai szerkezeteinek kutatásában. Széleskörű nemzetközi kapcsolatrendszert épített ki. Eredményeit nemzetközi folyóiratokban, számos tanulmányban írta le, amelyekre a terület kinematikájának meghatározásában rendszeresen hivatkoznak. Sokat tett különböző földtudományi területek együttműködésének érdekében, itthon és külföldön egyaránt.

### VARGA Péter

VARGA Péter a földtudományok doktora, a gravitációs tér vizsgálatának, a lokális és regionális geodinamikának nemzetközileg is elismert kutatója. A Magyar Tudományos Akadémia Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézetének igazgatója. A földárapály jelenségeit nemcsak megfigyelte számos helyen, belföldön és külföldön, hanem elméletileg is alkalmazta a földárapály elméletet más kutatási területekre. Így foglalkozott a külső és belső deformációk hatásával a Föld alakjára, tengely körüli forgására, földrengések kipattanására vonatkozóan. Nemzetközi munkacsoportot szervezett a Kárpát-medencében folyó extenzométeres megfigyelésekre és eredményeinek értelmezésére. Széleskörű nemzetközi kapcsolatot épített ki például a Copernicus projekt keretében, amelyet az Európai Unió minthaértékű projektként értékelt. Számos tanulmánya hazai és nemzetközi folyóiratokban jelent meg.

## Renner János emlékérem

### ACZÉL Etelka

ACZÉL Etelka a Szeniorok Bizottsága vezetőjeként elévülhetetlen érdemeket szerzett a nyugállományú geofizikus szakemberek összefogása terén. Az általa évi rendszerességgel megszervezett baráti hangulatú nyugdíjas-találkozók és kirándulások egyre népszerűbbé válnak, alkalmat teremtve a sok évtizedes szakmai tapasztalattal rendelkező tagtársaink számára a régi emlékek felelevenítésére, gondolataik, véleményük kicserélésére. Szociális érzékenységének köszönhetően különösen fogékony idős, magányos pályatársaink anyagi és szociális nehézségei iránt, figyelemmel kíséri sorsukat, javaslatot tesz anyagi gondjaik enyhítésére, látogatások megszervezésével magányuk oldására.

Kellő szívóssággal sikerült elérnie, hogy megszülessék és a Magyar Geofizika lapjain folytatásonként megjelenjenek a hazai geofizikai kutatások módszerenkénti történeti összefoglalója.

### TÓTH József

TÓTH József 1975 óta tagja Egyesületünknek. Ez alatt a két évtized alatt volt az Ifjúsági Bizottság tagja és elnöke, az Alapítvány kuratóriumának tagja, a Society of Professional Well Log Analysts Budapest Chapter elnöke és alelnöke. Jelenleg az Egyesület Alföldi Csoportjának titkára.

Az Egyesület 1986-ban Egyesületi emléklappal ismerte el tevékenységét, 1993–94. évi munkájáért kapta meg az SPWLA Award of Appreciation-t.

1977 óta dolgozik az olajiparban, jelenleg a MOL Rt. Kutatási-Termelési Ágazat Kutatás-Művelési Mérnöki Iroda Kútgeofizikai Osztályán csoportvezető.

## Egyesületi emléklap

Társadalmi tevékenységéért ezt a kitüntetést kapja

BOCK János

HEGYBÍRÓ Zsuzsanna

SZÚCS István

TÓTH Lajos

VARGÁNÉ TÓTH Ilona.



12

## A legjobb elméleti-gyakorlati cikkek

KIS Károly, WITTMANN Géza: A MAGSAT mesterséges hold mágneses méréseinek feldolgozása II.,

a mérési adatok interpolációja (Magyar Geofizika 36. évfolyam, 2. szám, 140–145. oldal)

WITTMANN Géza, KIS Károly: A MAGSAT mesterséges hold mágneses méréseinek feldolgozása III., az ekvivalens mágneses réteg eloszlása az európai régióban (Magyar Geofizika 36. évfolyam, 3. szám, 192–197. oldal)

A három folytatásban közölt tanulmány (az első rész 1993-ban jelent meg a Magyar Geofizikában, a fenti szerzőkön kívül PUSZTA Sándor tollából is) a MAGSAT mesterséges hold mágneses méréseinek feldolgozásával foglalkozik. Az első tanulmány a szférikus harmonikusok számítására szolgáló egyenleteket összegzi. A második részben az adatokat előzetes szelekciónak vetik alá, a harmadik részben pedig a szelektált, a földmagból és a magnetoszférából származó hatások korrekciója után kerül sor a mágneses ekvivalens réteg mágneses dipólmomentumának meghatározására az európai régióban. A dipólmomentum eloszlása jól kifejezi az európai régió regionális földtani szerkezetét.

DANKHÁZI Gyula: A gerjesztett potenciál elvi alapjairól, különös tekintettel a porózus képződ-

ményekre (Magyar Geofizika 36. évfolyam, 2. szám, 107–120. oldal)

A szerző tanulmányában a gerjesztett polarizációs (GP) módszer alapkérdéseivel foglalkozik. A szakirodalomban szereplő szubjektív modellek és általa „ködösnek” minősített fizikai paraméterek helyett — a szilárd-folyékony fázishatáron fellépő jelenségek leírása után — új közetfizikai paramétereket vezet be, amelyek összhangban vannak a tapasztalati megfigyelésekkel.

#### Társadalmi jutalmat kapott

BODRI Bertalan

CZIPÓ László

JÁNVÁRINÉ KÁNTOR Ilona

LÁSZLÓ Csaba

LŐRINCZNÉ ÁBRAHÁM Katalin

MILÁNKOVICH Andrásné

PETHŐ Gábor

TÖRKÖLY József

VÁRHEGYI András.

*Az MGE Elnöksége*



13

### IFJÚ SZAKEMBEREK ANKÉTJA '96

A hagyományoknak megfelelően az idén is megrendezésre került az Ifjú Szakemberek Ankétja. Ez évben a balatonvilágosi Hotel Volán adott otthont a

megmérettetésre vállalkozóknak, érdeklődőknek és a zsűrinek április 25–26-án.



A hagyományok mellett újdonsággal is szolgált ez az ankét. Nagy örömmel vettük tudomásul, hogy szponzoraink száma ugrásszerűen megnőtt. A Magyar Geofizikusok Egyesülete Alapítványának Kuratóriuma és a GES Kft. mellett díjakat ajánlott fel a Magyar Geológiai Szolgálat, a Geopolita Kft. és az Eötvös Lóránd Geofizikai Intézet Alapítványa, amelyeket ezúton is köszönünk.

Az Ifjúsági Bizottság célja, hogy új ötletekkel tegyük még színesebbé ezeket a találkozókat. A szakmai együttműködés, integráltság megalapozásának elősegítése céljából az eddig ifjú geofizikusok számára rendezett ankéttra meghívást küldtünk a Magyarhoni Földtani Társaságnak.

A két egyesületnek kiküldött meghívók eredményeként 26 előadás hangzott el az ankétan, a két szakterületet nagyjából egyenlő arányban képviselve. Az ismertetésre kerülő szakmai előadások közül tizenegyet a két egyetem (ELTE, ME), tizenegyet kutatóintézetek (az MTA különböző kutatóintézetei, ELGI), négyet pedig az iparban dolgozó ifjú szakemberek készítettek.

Az ifjúsági ankét egy verseny, ahol az elhangzott előadások a zsűri pontszámai a szponzorok és a közönség szempontjai alapján értékes díjakat nyerhetnek. A legjobb első előadó külön díjazásban részesül.

A zsűri (dr. BÉRCZI István /csütörtök/, SOMFAI Attila /péntek/, dr. DOBRÓKA Mihály, dr. FARKAS István, dr. FERENCZY László, dr. KÉSMÁRKY István, dr. MONOSTORI Miklós, VERŐ László) értékelése alapján az alábbi előadások részesültek jutalomban:

*A legjobb első előadó (20 000 Ft)*

KOVÁCS Gergely—ÚJSZÁSZI Katalin—GOMBOS Csaba (MOL Rt. KUMMI): Medgyesbodzás 3D szeizmikus értelmezés eredményei,

*I. helyezett (25 000 Ft)*

SZABÓ Zsuzsanna—FEKETE Tibor (MOL Rt. KUMMI): Az Algyő mező Tisza-2 telepének múltja, jelene, jövője 3 dimenziós földtani, rezervoár-geológiai, műveléstervezési értelmezések tükrében,

*II. helyezett (20 000 Ft)*

SZÜCS Péter—ROBONYI András (MTA BKKL, MOL Rt. KFÜ): Szénhidrogén-tárolókban fellépő formáció-károsodás matematikai modellezése,

*III. helyezett (15 000 Ft)*

KISS Andrea—KOVÁCS József (MTA GKL, ELTE): A budapesti hévizek kémiai jellemzőinek vizsgálata többváltozós adatelemző módszerekkel.

A közönség és a szponzorok díjazottjai:

*közönségdíj (10 000 Ft)*

SZABÓ Zsuzsanna—FEKETE Tibor (MOL Rt. KUMMI): Az Algyő mező Tisza-2 telepének múltja, jelene, jövője 3 dimenziós földtani, rezervoár-geológiai, műveléstervezési értelmezések tükrében,

*GES Kft. -díj (15 000 Ft)*

KIS Márta (ME Geofizikai Tanszék): Globális optimalizációs módszer (simulated annealing) alkalmazása szeizmikus refrakciós és egyenáramú geoelektromos adatrendszerek inverziójára,

*MGSZ-díj (nettó 10 000 Ft)*

NYÁRI Zsuzsanna (ELGI): Radarhullámok csilapodásának vizsgálata,

*Geopolita-díj (15 000 Ft)*

HORVÁTH Erika—ANDÓ József (MTA GKL, ELTE): A geokémiai csapdák és szerepük a környezetvédelemben,

*Szilárd József-díj (20 000 Ft)*

PÁNCICS Zoltán (ELGI): A gravitációs adatokban tükröződő kéregszerkezet.

A díjazottak mellett köszönjük a többi előadónak is az érdekes előadásokat, dr. FARKAS István úrnak a hatósági engedélyezéshez alkalmazott szakmai tevékenység bemutatóját, MOLNÁR Kálmán úrnak, hogy külföldi tapasztalatairól szóló beszámolójával lekötötte az eredményhirdetésre várók figyelmét, a jelenlévőknek, hogy az előadókat megtisztelték figyelmükkel, az egyesületi, munkahelyi vezetők érdeklődését a fiatal geoszakemberek nyilvános szereplése iránt, a zsűrinek a két napig tartó lankadatlan figyelmét, a nótafáknak az esti vigasságot és nem utolsósorban a rendezvény szervezőinek segítségét mindezek megteremtéséhez.

A díjátadás az idei Vándorgyűlésen lesz, ahová szeretettel várunk minden díjazottat előadóként is.

*Labóczki Enid*



## ÚJABB MAGYAR EAGE-TISZTSÉGVISELŐ

Április elején az EAGE Geophysical Division (korábban EAEG) tagjai egy 1996. április elsején kelt levelet kaptak, amelyben többek között ez állt:

„Kedves Tagtársunk!

Arra kérünk, hogy szavazzon a következő jelöltekről a megfelelő négyzet megjelölésével a szavazólapon:

A. Az alelnök megválasztása (az 1996. június és 1997. május közti időszakra)

Jelölt: Dominique CHAPPELLIER (Svájc)

B. Az ellenőrző titkár megválasztása (az 1996. június és 1998. június közti időszakra)

Jelölt: Pavel MIŠEK (Csehország)

(Mindkét jelölt rövid életrajzát is közli a szavazólap, ezeket most mellőzzük.)

C. A Divízió szakmai programért felelős tisztségviselője (az 1996. június és 1998. június közti időszakra)

Jelölt: VERŐ László (Magyarország)

Miután a budapesti Eötvös Loránd Egyetemet elvégezte, ahol geofizikus diplomát szerzett, belépett az Eötvös Loránd Geofizikai Intézetbe (ELGI). Bár egész életében az ELGI-ben dolgozott, pályafutása sokféle tevékenységet foglal magában, a terepi észlelőtől a vezető kutatóig, a terepi csoportvezetőtől jelenlegi beosztásáig, az igazgatóhelyettesig, feladata az integrált értelmezéstől a kutatás-

fejlesztésig terjedt, nem feledkezve meg a kereskedelmi tevékenységről sem. Különböző külföldi megbízásokon is dolgozott, beleértve érc- és vízkutatást Európában, a Közel-Kéleten és Ázsiában. Ösztöndíjasként egy évet töltött a Torontói Egyetemen, az Egyesült Államok Geológiai Szolgálatának kutatóival dolgozott közös projekteken és geofizikát tanított két egyetemen.

Több mint 30 éve tagja a Magyar Geofizikusok Egyesületének, 1991-ben elnök volt. Részt vesz a Magyar Tudományos Akadémia Geofizikai Tudományos Bizottságának munkájában is. Az EAEG-nek 1983 óta tagja, 1994-ben belépett az EEGS-be (Környezetvédelmi és Mérnökgeofizikai Egyesület) is. Az utóbbi években az EAEG konferenciára beadott előadásokat bírálta.”

A szavazatok 1996. május 17-ig beérkeztek. Örömmel tájékoztathatjuk Olvasóinkat a választás eredményéről, amely VERŐ László esetében a következő volt:

mellette	597,
ellene	23,
üres	29,
érvénytelen	8.

Gratulálunk VERŐ Lászlónak (aki egyben a Magyar Geofizikusok Egyesületének titkári tisztségét is betölti), munkájához jó egészséget és sok sikert kívánunk!

Tóth Lajos

## TÁRSULÁSI MEGÁLLAPODÁST

1. Az MGE az EAGE társult egyesülete.
2. Az EAGE a következőket biztosítja az MGE számára:
  - a. jogot arra, hogy megnevezzen egy jelöltet az EAGE Tanácsadó Testületébe (ennek a jelöltnek mind az EAGE, mind az MGE tagjának kell lennie. A Tanácsadó Testület tagjainak kinevezése az EAGE Tanácsának előjoga marad);
  - b. lemond arról a követelményről, hogy egy aktív EAGE tag támogassa az MGE tagját, ha EAGE tagságért folyamodik;
  - c. hozzáférést a First Break híroldalaihoz, a megjelenés a szerkesztő végső szerkesztői engedélyének függvénye;
  - d. társult egyesületként megemlíti az MGE-t az EAGE évkönyvében;
  - e. támogatást és együttműködést olyan ügyekben, mint helyi szemináriumok, munkamegbeszélések vagy más tudományos összejövetelek szervezése, az EAGE Tanács jóváhagyásától függően;
  - f. előnyt a kiemelkedő előadók látogatókörútjaiba, vagy más hasonló tevékenységbe való felvételben, amelyet az EAGE szervez;
  - g. a First Brake havonként megjelenő példányait;
  - h. a jogot ahhoz, hogy
    - (i) vagy megkapja az EAGE szakfolyóiratait (jellemzően a Geophysical Prospecting és a Petroleum Geoscience) és jogot ahhoz, hogy egy képviselőt regisztráljon az éves EAGE konferencián, a tagokra vonatkozó részvételi díjjal, ha fizeti az aktív tagokra vonatkozó tagsági díjat;
    - (ii) vagy élvezze a társult testületeket megillető előnyöket, ebben az esetben a társult testületekre vonatkozó éves díjat kell fizetni.
3. Az MGE a következőkkel támogatja az EAGE-t:
  - a. bátorítja tagjait, hogy csatlakozzanak az EAGE-hez;
  - b. lehetővé teszi az EAGE számára, hogy meghirdesse az EAGE eljövendő rendezvényeit újságjában;
  - c. segíti az EAGE-t azzal, hogy szétosztja az EAGE tevékenységekkel kapcsolatos szórólapokat, hirdetőanyagokat, előadás kéréseket stb.;
  - d. eljuttatja az EAGE-hez szakmai újságját vagy folyóiratát;
  - e. bátorítja az MGE találkozók előadóit és a tagjai között lévő más reménybeli szerzőket, hogy munkájukat a Geophysical Prospecting-ben, a Petroleum Geoscience-ben vagy a First Break-ben jelentessék meg, és/vagy adjanak elő ilyen műveket az EAGE konferenciákon;
  - f. elküld az EAGE-nek egy féléves jelentést tevékenységéről, amelyet a megelőző hat hónapos időszakban végzett; és
  - g. bemutatja tevékenységét egy külön erre a célra rendezett találkozón minden éves EAGE konferencián.
4. Az EAGE és az MGE közötti együttműködés sajtószerűsabb módjait külön megállapodásokban rögzítik.
5. Ez a megállapodás akkor lép érvénybe, ha mindkét fél aláírta és addig marad érvényben, míg valamelyik fél írásban nem értesíti a másik felet felmondásáról.

Az EAGE nevében:

*Franz X. Führer*  
az EAGE elnöke

Az MGE nevében:

*dr. Késmárky István*  
az MGE elnöke

# Geoelektromos adatok analitikus előremodellezésén alapuló szimultán inverziója dőlt réteges földtani szerkezetekre<sup>1</sup>

GYULAI ÁKOS<sup>2</sup>, ORMOS TAMÁS<sup>2</sup>

Kétdimenziós geológiai szerkezetek, közöttük dőlt síkréteges szerkezetek kutatását gyakran végzik úgy, hogy a VESZ pontokat dőlésirányban telepítik, az egyes VESZ méréseket csapásirányban végzik és lokálisan 1-D-s kiértékelést alkalmaznak. Ennek alapján a rétegek dőlésviszonyait és a mélység lokális változásait a mérés vonatkozási pontja alatti mélységadatok összekötésével határozzák meg, pedig amint azt a paraméter-érzékenység vizsgálatok mutatják, a lokális mélységekről és a rétegek dőléséről (irányáról és nagyságáról) közvetlen információkat tartalmaznak a szondázási adatok. A dolgozat bemutatja, hogy inverziós módszerrel 2-D-s analitikus előremodellezést alkalmazva meghatározhatók ezek a modellparaméterek. A vizsgálatokhoz szintetikus, zajjal terhelt, kvázi mérési adatokat használtunk fel és megvizsgáltuk a paraméterbecslés pontosság-növelésének lehetőségét (és korlátait) többféle mérési azimutban és mérési elrendezéssel nyert szondázási adatok szimultán inverziójával. A szimultán inverzió azonos fizikai „természetű” geofizikai mérési adatok együttes inverzióját értjük.

Á. GYULAI, T. ORMOS: Simultaneous inversion of geoelectric data for dipping beds based on analytical forward modelling

For the exploration of 2-D conductivity structures including dipping beds VES methods are frequently used so that VES stations are situated along profiles perpendicular to the structural strike and each array belonging to the stations is parallel to the strike making 1-D interpretation locally possible. This procedure yields the dip of layers and the changes of depth through contouring. However, as it can be shown by parameter sensitivity investigations, VES data directly provide information on the local depths and dips. The paper presents an inversion procedure making use of 2-D analytical forward modelling for the determination of the model characteristics. Synthetic geoelectric data with noise are used in our research and the effect of different configurations with changing array directions is also investigated on the accuracy of the solution by the simultaneous inversion of data. In this paper simultaneous inversion means the inversion of the data derived from the same physical parameter.

## Bevezetés

A földtani-geofizikai kutatások gyakorlatában kétdimenziós szerkezeteknél gyakran alkalmazzák azt a kiértékelési módszert, hogy a szerkezeteket lokálisan egydimenziós problémák sorozatából közelítőleg határozzák meg. Teszik ezt egyrészt azért, mert a „sík párhuzamos” (a felszínnel és egymással párhuzamos síkokkal határolt rétegek) modellekre az előremodellezés analitikus módszerekkel pontosan megoldott és az inverz feladatra is sokféle gyors algoritmust dolgoztak ki [KOEFOED 1979]. Másrészt egyszerű és „lassan változó” kétdimenziós szerkezetek dőlésirányba telepített VESZ mérésekkel (Schlumberger-elrendezéssel csapásirányban telepített elektrodokkal) elég pontosan kutathatók, amint az a

geoelektromos gyakorlatban közismert. Schlumberger mérési elrendezéssel dőlésirányú terítésekkel végzett mérési adatokból is jól leképezhetők vetők, vertikális dejkek, prizmaszerű szerkezetek, amint azt BEARD és MORGAN [1991] bemutatta. A gyakorlat azonban azt is bizonyította, hogy összetett kétdimenziós szerkezetek, vagy „gyors változások” kutatásánál az előbbi egyszerűsítések megengedhetetlen pontatlanságokat eredményeznek. Ezért is fordultak a kutatók kétdimenziós előremodellezésen [MUFTI 1980, MUNDRY 1984] alapuló interpretációhoz [SCHULZ, TEZKAN 1988], illetve inverzióhoz [SMITH, VOZOFF 1984, LIEBIG 1996].

A „sík párhuzamos” réteges esettől eltérő földtani szerkezetek geoelektromos kutatására is ismeretesek analitikus megoldások. Sokféle modellre történő számításához közöltek egyenleteket és mutattak be elméleti látszólagos fajlagos ellenállás görbesereket ALPIN és szerzőtársai [1966]. Dőlt réteges modellekre közölt analitikus megoldást CHASTENET DE GERY és KUNETZ [1956], HMELEVSKOJ és BON-

<sup>1</sup>Beérkezett: 1996. március 25-én

<sup>2</sup>Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszék, H-3515 Miskolc, Egyetemváros

DARENKO [1989]. Két-, három- és négyréteges dőlt szerkezetekre (modellekre) pole-pole, háromelektrodos (fél-Schlumberger), radiális (axiális) dipól- és Schlumberger-elrendezésre adta meg a látszólagos fajlagos ellenállás egyenleteket GYULAI [1995].

A különböző modellekre számított látszólagos fajlagos ellenállás görbék azt mutatják, hogy lépcsős, vetős szerkezetek és a dőlt rétegek jelentős eltéréseket hoznak létre a látszólagos fajlagos ellenállásban a „sík párhuzamos” modellhez képest, amelyből a földtani szerkezetek alakja, helye, dőlése meghatározható. Eddig azonban nem dolgoztak ki a szerkezetek jellemző paramétereinek meghatározására alkalmas — analitikus előremodellezésen alapuló — inverziós eljárásokat, illetve nem terjedtek el ilyen módszerek.

A dolgozatban szintetikus adatokon végzett vizsgálatokkal megmutatjuk, hogy egyenáramú szondázások mérési adataiból — analitikus előremodellezést alkalmazva — inverziós módszerrel (szimultán inverzióval) becsülhetők dőlt réteges szerkezetek modellparaméterei, közöttük a rétegek dőlésszöge, dőlésiránya (csapásiránya) és lokális mélysége.

Az inverziós vizsgálatokat a későbbiekben ki kívánjuk terjeszteni vízszintes és dőlt rétegek kombinációjával közelíthető bonyolultabb földtani szerkezetekre is analitikus előremodellezés alkalmazásával.

## 1. Előremodellezés

Kétreteges modellekre, sík felszín esetére, tetszőleges fajlagos ellenállás kontraszt ( $k_{12}$ ), rétegdőlés ( $\alpha_1$ ) és mérési irány esetére CHASTENET DE GERY és KUNETZ [1956] megadták a potenciál számításához szükséges formulákat. Megmutatták azt is, hogy az egyébként kettős integrálokat tartalmazó

formula jelentősen egyszerűsödik  $\alpha_1 = \frac{\pi}{2N}$  (ahol  $N$

egész szám) dőlésszögek esetében,  $k_{12} = \pm 1$ -nél, a modell dőlt szárnyán végzett felszíni méréseknél. Erre az egyszerűsített esetre vonatkozó formulák találhatók KOEFOED [1979]-nél is. ALPIN és szerzőtársai [1966] többféle mérési elrendezésre (Schlumberger-, háromelektrodos és ekvatoriális dipól elrendezés), dőlés- és csapásirányú mérésekre mutattak be szondázási görbéket. HMELEVSZKOJ és BONDARENKO [1989] sokréteges modellre adta meg a modell dőlt szárnyára és a kibúvás oldalára vonatkozó potenciál egyenleteket az 1. ábra szerinti modellekre. A szerzők azonban nem közöltek sokréteges modellekre számított látszólagos fajlagos el-

lenállás görbéket. SKABARNJA és SZEVOSTJANENKO [1985] az előbbi egyenletek felhasználásával egy közelítő számítási módszert javasolt, azonban a szerzők ugyancsak nem közöltek látszólagos fajlagos ellenállás görbéket. GYULAI [1995] összehasonlította a szerzők által bemutatott formulákat és algoritmust dolgozott ki pole-pole, háromelektrodos, Schlumberger- és radiális elrendezésekre, tetszőleges mérési azimutban végzett mérésekre két- és sokréteges modellekre a látszólagos fajlagos ellenállások kiszámítására, adott lokális mélységhez tartozó szondázások esetében. Két-, három- és négyréteges modellekre mutatott be látszólagos fajlagos ellenállás hossz-szelvényeket (pseudosection) és szondázási görbéket.

E dolgozatban a 2. és 3. ábrán példaként bemutatunk négyréteges modellre vonatkozó szondázási görbéket. Megadjuk a „sík párhuzamos” modell szondázási görbéit is. Az ábrák összehasonlítása azt mutatja, hogy a rétegdőlések jelentős hatással vannak a látszólagos fajlagos ellenállásokra. Különösen szembeötlő a „dőlésben fel” és „dőlésben le” szondázási görbék eltérése. A „dőlésben fel” alatt olyan szondázást értünk, amelynél a rögzített vonatkozási ponttól az  $R$  elektród-távolságot a „mozgó” elektródokkal a kibúvás irányába, illetve „dőlésben le” mérésnél ellentétes irányban növeljük.

Dőlt réteges modellekre a különböző szondázási elméleti adatokat úgy generáljuk, mint

$$\rho_a = \rho_a(r, \beta, \bar{p}_e) \quad (1)$$

ahol  $r$  a mérési távolság,  $\beta$  a mérési irány azimutja (a szondázásnak az  $\bar{E}$ -i iránnyal bezárt szöge),  $\bar{p}_e$  a modellparaméterek vektora.

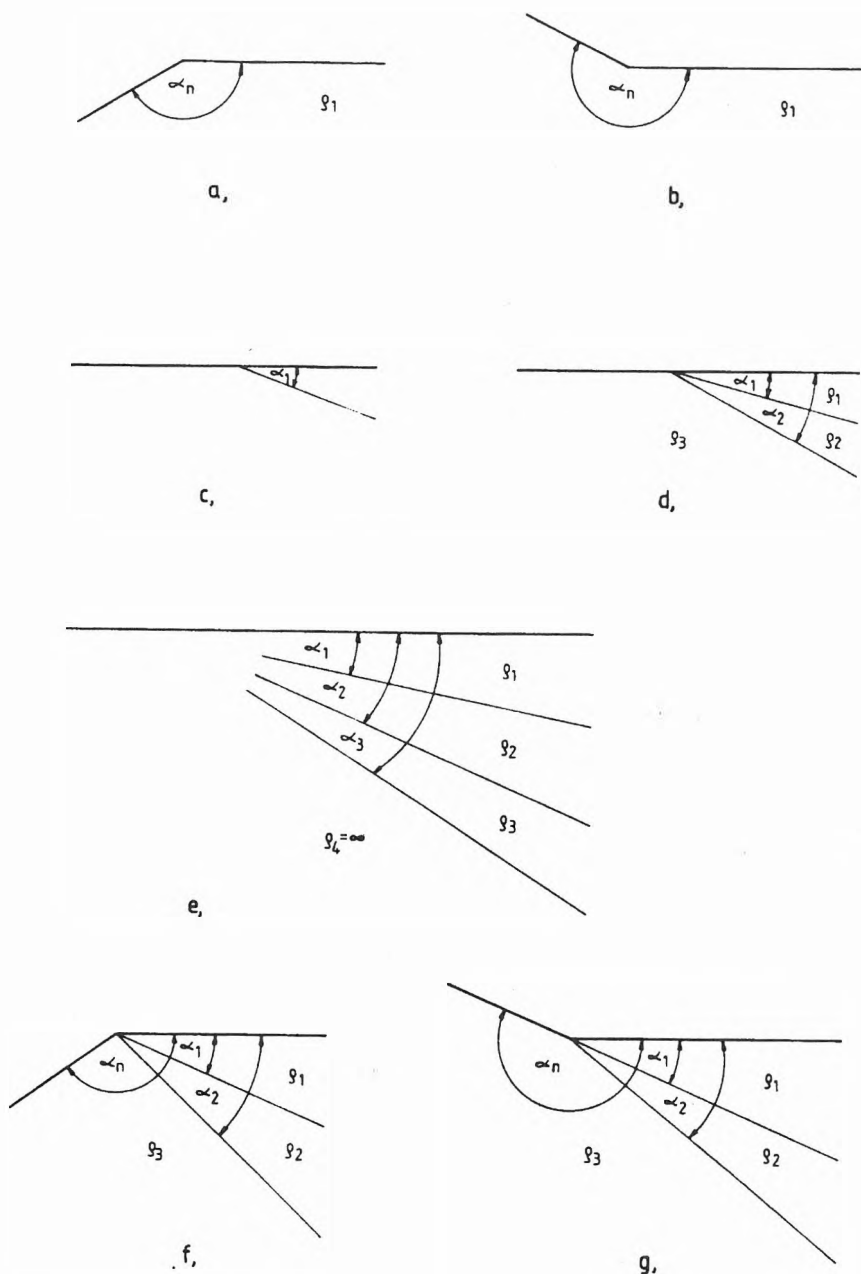
Kétreteges esetben (1d. ábra) a modellparaméterek vektora:

$$\bar{p}_e = (h_1, \alpha_1, AZI, \rho_1, \rho_2)^T \quad (2)$$

ahol  $h_1$  a dőlt réteg lokális mélysége a szondázások vonatkozási pontjánál. A vonatkozási pont pole-pole elrendezésnél az  $M$  mérőelektrodot, háromelektrodos, Schlumberger- és radiális dipól elrendezésnél az  $MN$  mérőelektrod-távolság felezőpontját jelenti.  $\alpha_1$  a réteg dőlésszöge a vízszintes felszíntől számítva,  $AZI$  a rétegdőlés azimutja (a rétegdőlésnek az  $\bar{E}$ -i iránnyal bezárt szöge),  $\rho_1$  és  $\rho_2$  a rétegek valódi fajlagos ellenállása.

Sokréteges esetben (1c. ábra) a modellparaméterek vektora





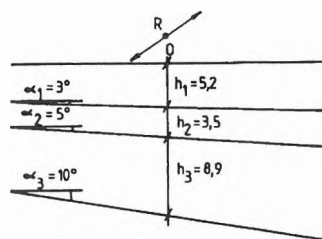
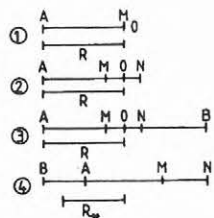
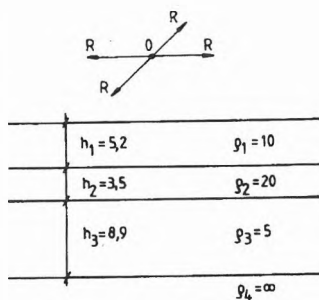
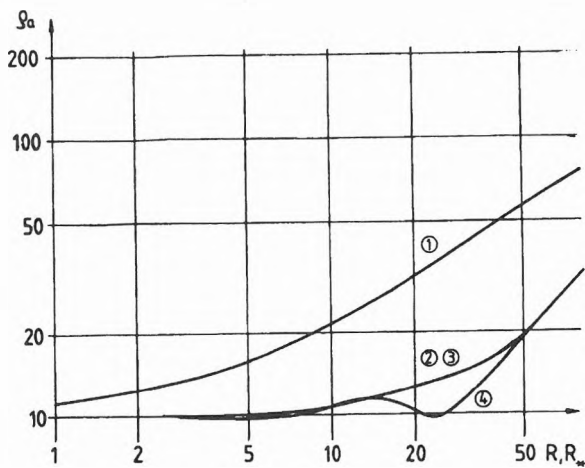
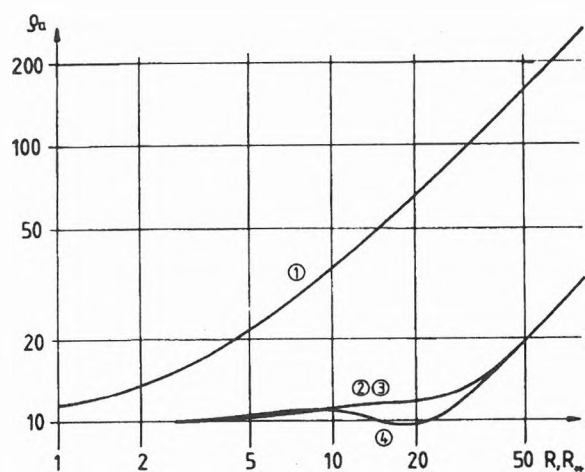
1. ábra. Dőlt réteges modellek  
Fig. 1. Models for dipping beds

$$\bar{p}_e = (RKIB, \alpha_1, \dots, \alpha_i, AZI, \rho_1, \dots, \rho_i)^T \quad (3)$$

ahol  $RKIB$  a dőlt rétegek közös felszíni kibúvásának távolsága a szondázás közös vonatkozási pontjától, a többi jelölés rendre megfelel a kétréteges modellnél alkalmazott jelölésnek. Az egyes rétegek lokális mélységeit minden egyes rétegre azonos  $RKIB$ , valamint a változó  $\alpha_i$  értékeiből lehet meghatározni. (Az inverzióval meghatározandó paraméter tehát az  $RKIB$  és nem a lokális mélységek.)

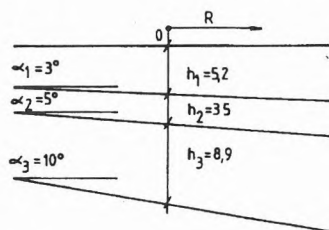
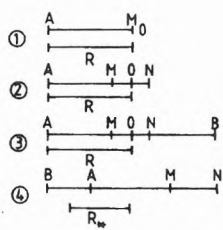
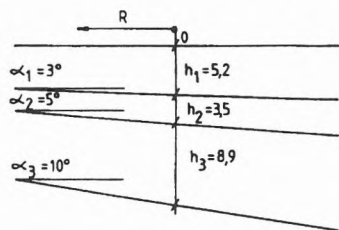
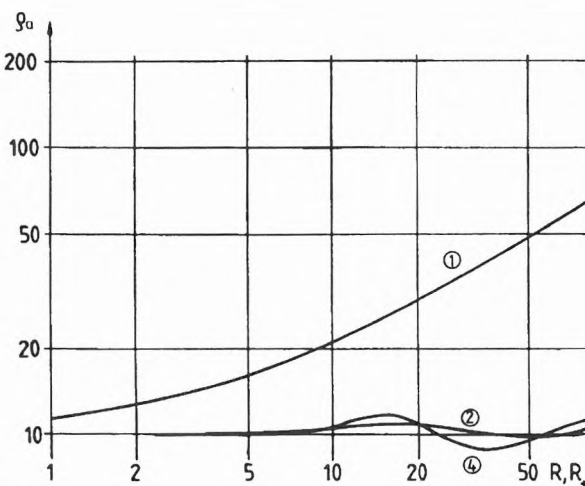
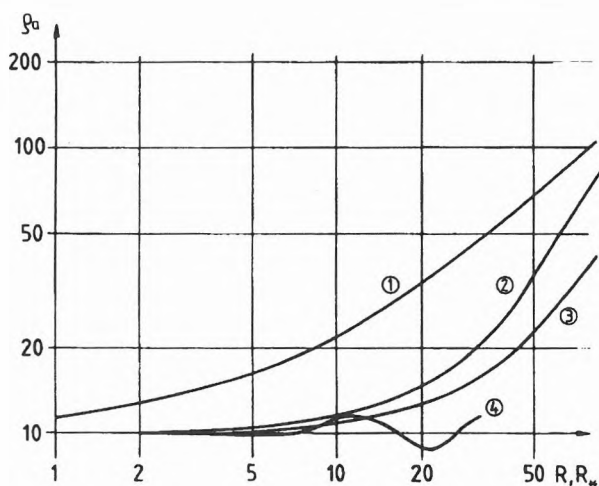
## 2. Inverziós vizsgálatok dőlt réteges modellekre

A dőlt réteges modellek inverziójánál az feltételezhető, hogy az inverzió stabilitása, valamint a paraméterbecslés megbízhatósága jelentősen rosszabb a „sík párhuzamos” esethez viszonyítva, mivel a rétegek dőlésszöge és a rétegdőlés azimutja újabb ismeretlenként jelenik meg a fajlagos ellenállások és rétegvastagságok mellett. Ismert, hogy „sík párhuzamos” modelleknél jelentős lehet a rétetparaméterek közötti korreláció (ekvivalencia) és ezért az egyes paraméterek csak nagy hibával becsülhetők. Ezekben



2. ábra. Szondázási görbék 4 réteges dőlt modellnél csapásirányban

Fig. 2. Apparent resistivity sounding curves parallel to the strike over dipping beds with four layers



3. ábra. Szondázási görbék 4 réteges dőlt modellnél dőlésirányban

Fig. 3. Apparent resistivity sounding curves perpendicular to the strike over dipping beds with four layers

az esetekben a becslés megbízhatósága növelésének egyik eszköze a különböző elrendezésben mért szondázási görbék együttes vagy szimultán inverziója, amint azt HERING és szerzőtársai [1995], valamint MISIEK és szerzőtársai [1996] bemutatták.

A szondázások paraméter-érzékenységi vizsgálata alapján azt várjuk, hogy dőlt réteges esetekben is érdemes megvalósítani a különböző elrendezésben végzett szondázások szimultán inverzióját a pontosabb paraméterbecslés érdekében. Mivel az azonos mérési elrendezésben, de különböző mérési azimutban még inkább különböznek a paraméter-érzékenységek, érdemes a szondázási adatokat több azimutban megmérni és közös inverziós eljárásban kiértékelni.

### 2.1. A szimultán inverziós algoritmus

A szimultán inverziós algoritmusban Schlumberger-, háromelektrodos, radiális dipól és pole-pole mérési elrendezésben és több azimutban gyűjtött adatokat egyetlen közös inverziós eljárásban fogjuk össze.

A dolgozatban a DOBRÓKA és szerzőtársainál [1991] alkalmazott jelöléseket alkalmazzuk. A szimultán inverziós probléma paramétervektorát  $\bar{X}$ -lal jelöljük. Az  $\bar{X}$  csupán DC-mérésekre való tekintettel kétréteges modelleknél megfelel a (2)-vel jelölt modellparaméter vektornak, többretegű esetben pedig a (3)-mal jelölt modellparaméter vektornak. A látószöves fajlagos ellenállás elméleti értékei:

$$Y_{ik}^{cal} = Y(\bar{X}, \beta_k, r_{ik}) \quad (4)$$

ahol  $\beta_k$  a  $k$ -ik azimutot, az  $r_{ik}$  pedig a  $k$ -ik azimuthoz tartozó  $i$ -ik szondázási távolságot jelenti. Jelöljük a mért adatokat  $Y_{ik}^{obs}$ -val, akkor a szimultán inverziót

$$Y(\bar{X}, \beta_k, r_{ik}), Y_{ik}^{obs} \Leftrightarrow \begin{cases} \rho_a^{(S)}(\bar{\rho}_e, \beta_k, r_{ik}), & \rho_{aik}^{(S)}, & i = 1, \dots, N_1, & k = 1 \dots L_1 \\ \rho_a^{(H)}(\bar{\rho}_e, \beta_k, r_{ik}), & \rho_{aik}^{(H)}, & i = N_1 + 1, \dots, n_2, & k = L_1 + 1 \dots L_2 \\ \rho_a^{(D)}(\bar{\rho}_e, \beta_k, r_{ik}), & \rho_{aik}^{(D)}, & i = n_2 + 1, \dots, n_3, & k = L_2 + 1 \dots L_3 \\ \rho_a^{(P)}(\bar{\rho}_e, \beta_k, r_{ik}), & \rho_{aik}^{(P)}, & i = n_3 + 1, \dots, N, & k = L_3 + 1 \dots L \end{cases} \quad (5)$$

szerint valósítjuk meg, ahol  $n_2 = N_1 + N_2$ ,  $n_3 = n_2 + N_3$ ,  $N = n_3 + N_4$  és  $N_1, N_2, N_3, N_4$  a Schlumberger- ( $S$ ), háromelektrodos ( $H$ ), axiális dipól ( $D$ ), pole-pole ( $P$ ) elrendezés szondázás adatainak száma a  $k$ -ik mérési azimutnál, továbbá  $l_2 = L_1 + L_2$ ,  $l_3 = l_2 + L_3$ ,  $L = l_3 + L_4$  és  $L_1, L_2, L_3, L_4$  az egyes mérési elrendezésekhez tartozó mérési azimutok száma.

A modellparaméterek meghatározásánál a DOBRÓKA és szerzőtársai [1991], illetve a HERING és szerzőtársai [1995]-ben leírt utat követjük, amely végül is

$$G^T Gx = G^T y \quad (6)$$

alakú egyenlet megoldásához vezet, ahol

$$G_{ij} = \frac{X_j}{Y_i^{cal}} \left( \frac{\partial Y_i^{cal}}{\partial X_j} \right), \quad (7)$$

amely a modell paraméter-érzékenységeit jelenti. A (6) megoldására a Levenberg-Marquardt-algoritmust alkalmazzuk.

### 2.2. Paraméter-érzékenységek

Az inverziós algoritmusban dőlt, kétréteges modelleknél az előbbieknél általános  $G_{ij}$ -vel jelölt paraméter-érzékenységeket alkalmazzuk. Használjuk a továbbiakban a paraméter-érzékenységek jelölésére a GYULAI [1995]-nél bevezetett jelöléseket:

$$\Psi_i = \frac{\partial \rho_a}{\partial h_i} \cdot \frac{h_i}{\rho_a} \quad (8)$$

$$\varphi_i = \frac{\partial \rho_a}{\partial \rho_i} \cdot \frac{\rho_i}{\rho_a} \quad (9)$$

$$\theta_i = \frac{\partial \rho_a}{\partial \alpha_i} \cdot \frac{\alpha_i}{\rho_a} \quad (10)$$

$$\delta_i = \frac{\partial \rho_a}{\partial \beta_i} \cdot \frac{\beta_i}{\rho_a} \quad (11)$$

ahol  $\Psi_i$  a mélységérzékenységet,  $\varphi_i$  a fajlagos ellenállás-érzékenységet,  $\theta_i$  a dőlésszög-érzékenységet és  $\delta_i$  az azimutérzékenységet jelenti.

Három- vagy többretegű modellekre (közös kibúvással) a  $\Psi_i$  és  $\theta_i$  helyett újabb paraméter-érzékenységeket kell definiálni, mivel ezeknél az  $\alpha_i$  dőlésszög megváltoztatásával együttjár a lokális mélység megváltozása a közös kibúvási pont (vonallal) miatt.



$$\Psi\theta_i = \frac{\partial p_a}{\partial \alpha_i} \cdot \frac{\alpha_i}{p_a} \quad (12)$$

$$\varepsilon = \frac{\partial p_a}{\partial r} \cdot \frac{r}{p_a} \quad (13)$$

ahol  $r$  a mérőpont ( $MN$  középpont) távolsága a rétegtávolságtól.

A  $\Psi\theta_i$  a módosított szögérzékenységet (ún. mélység-szög-érzékenységet, ld. [GYULAI 1995]), az  $\varepsilon$  pedig az összesített mélységérzékenységet jelenti. Az  $\varepsilon$  a legsós réteg mélységére vonatkozó paraméter-érzékenység, amely a felette levő összes rétegnek az  $\alpha_i$  szögek megtartása mellett történő arányos vastagságváltozásából adódik össze. (Vízszintes modellnél  $\varepsilon$  határesetként a  $\Psi_i$  összegét jelenti.)

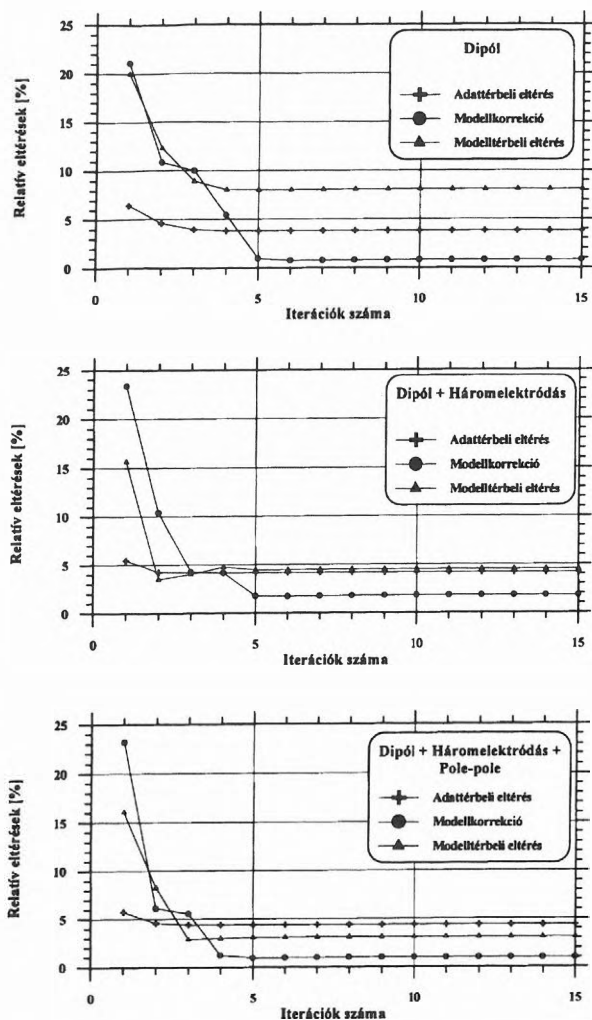
### 2.3. Az inverziós vizsgálatok eredménye

Numerikus vizsgálatokat pole-pole (kételektrodos), háromelektrodos és radiális (axiális) dipól szondázások adataival végeztünk, vízszintes felszín esetére, a dőlt szárnyon telepített mérésekre (a kibúváson túli adatok nélkül). A vizsgálatokhoz választott modelleken szintetikus adatokat generáltunk, amelyeket zajjal terhelve kvázi mért adatrendszeret állítottunk elő. A zaj („mért adatok hibája”) normál eloszlású,  $\sigma = 1\%$  és  $\sigma = 5\%$  volt.

Inverziós vizsgálatokat kétréteges  $\rho_2 = \infty$ , kétréteges  $\rho_2 \neq \infty$ , háromelektrodos és négyréteges ( $\rho_4 = \infty$ ) esetekre végeztünk, melyek eredményét az 1.—5. táblázatokban és a 4., 5. ábrákon mutatjuk be. Az eredmények minősítésére a HERING és szerzőtársainál [1995] definiált  $D$  relatív adattávolságot, a  $d$  relatív modelltávolságot, a  $\text{cov}$  mátrixot és az abból kapható, a paraméterekre vonatkozó  $\sigma_p$

értékeket, illetve a  $\bar{\sigma}_p = \left[ \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \sigma_{pj}^2 \right]^{1/2}$  átlagértéket

( $M$ : ismeretlenek száma), továbbá a  $\text{corr}$  korrelációs mátrixot [SALÁT és szerzőtársai 1982], illetve az ebből számított  $S$  korrelációs skalár értékét használtuk fel. A táblázatokban láthatók az elméleti modell paraméterei, a becsült modellparaméterek és az inverzió megbízhatóságát jellemző  $\sigma$ ,  $\bar{\sigma}_p$ ,  $d$ ,  $S$  értékek. A 4. ábra a  $\rho_2 \neq \infty$  kétréteges modellre (lásd még 2. táblázat), az 5. ábra háromelektrodos modellre (lásd még 3. táblázat) mutatja az inverziós eljárásban a relatív eltéréseket (modelltávolság, adattávolság, paraméter korrekció) az iteráció során. Az ábrákon látható, hogy a paraméter korrekció csökkenésével



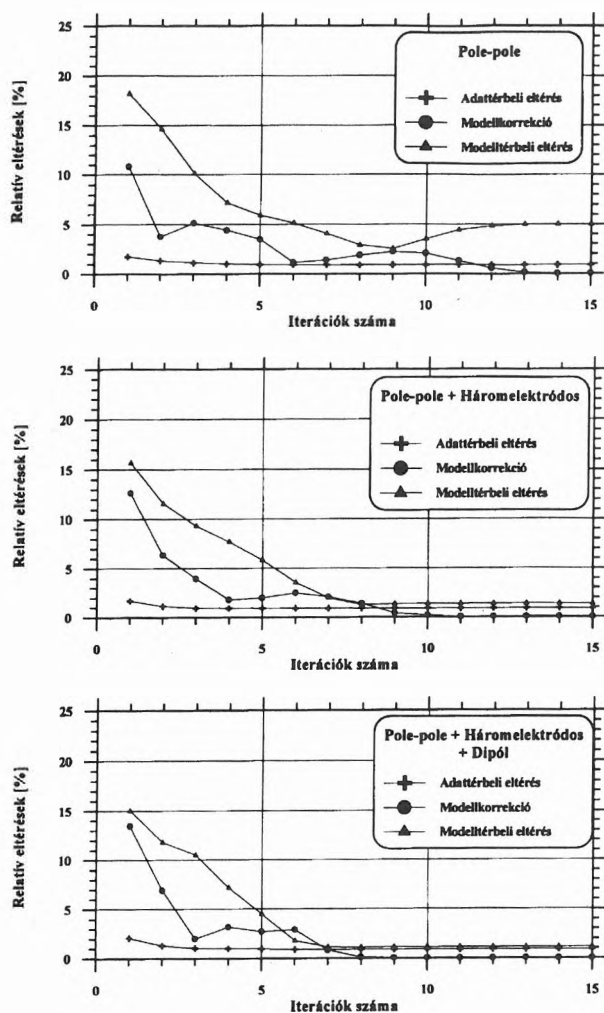
4. ábra. A relatív modelltérbeli eltérés, a modellkorrekció és az adattérbeli eltérés értékei a kétréteges modell esetén a szimultán inverzió során

Fig. 4. Mean relative model distances, parameter correction and data distances at various iteration steps of simultaneous inversion. Two layer case

(az iteráció számának növekedésével) a relatív modelltávolság egy állandó értékhez tart. Azt a modellt fogadjuk el az inverzió megoldásának, amelynek mindkét érték állandósul, illetve a paraméter korrekció 0-hoz tart. Kétréteges esetben a direkt feladat megoldásából adódóan  $\alpha$  értéke csak meghatározott értékeket vehet fel, ezért lehetséges, hogy a paraméter korrekció értéke nem csökken 0-ra. A start-modelleket úgy választottuk meg, hogy a célmodellhez viszonyított eltérésük minimum 20% legyen.

Numerikus vizsgálataink eredményét röviden a következők szerint foglalhatjuk össze:

— Dőlt síkréteges modelleknél egyetlen szondázási görbe inverziójával már a legegyszerűbb kétréteges modellre ( $\rho_2 = \infty$ ) sem kapunk stabil eredményt, amennyiben a  $h_1$ ,  $\alpha_1$ ,  $\rho_1$ ,



5. ábra. A relatív modelltérbeli eltérés, a modellkorrekció és az adattérbeli eltérés értékei a háromréteges modell esetén a szimultán inverzió során

Fig. 5. Mean relative model distances, the parameter correction and data distances at various iteration steps of simultaneous inversion. Three layer case

AZI paraméterek mindegyikét kívánjuk becsülni (1. táblázat). Az AZI paraméter ismeretében azonban (bár erre nem mutatunk példát) eredményes lehet egyetlen szondázási görbe inverziója.

- Egyetlen mérési elrendezés „dőlésben fel” és „dőlésben le” szondázások adatainak együttes inverziója nem ad stabil megoldást még kétréteges esetben sem (1. táblázat).
- Kétréteges modellre ( $\rho_2 = \infty$ ) három azimutban mért szondázási adatokból nagyon jó becslés adható a paraméterekre (1. táblázat,  $d=0,22\%$ ), amely becslés megbízhatósága javítható egy másik mérési elrendezés adatainak az inverzióba történő bevonásával (1. táblá-

zat,  $d=0,17\%$ ), további mérési adatok azonban már alig adnak javulást (1. táblázat  $d=0,15\%$ ).

- Kétréteges modellre  $\rho_2 \neq \infty$  esetben is jó a becslés eredménye, ha egyetlen elrendezésben, de három azimutban mért szondázási adatokat invertálunk a pole-pole elrendezés kivételével (2. táblázat  $d=10\%$  és  $d=8\%$ ,  $\bar{\sigma}_p=6,9\%$  és  $\bar{\sigma}_p=8,1\%$ ). Azonban ebben az esetben is érdemes még legalább egy másik mérési elrendezés adatait bevonni az inverzióba, mert az javítja a becslés pontosságát (2. táblázat  $d=4,5\%$ ,  $\bar{\sigma}_p=4,5\%$ ).
- Háromréteges modell paramétereire jó becslés adható kis dőlésszögek ( $\alpha_1=3$  fok,  $\alpha_2=10$  fok) esetén is több mérési elrendezéssel és több azimutbeli méréssel nyerhető adatrendszer együttes inverziójával (3. táblázat  $d=1,12\%$ ,  $\bar{\sigma}_p=18\%$ ).
- Háromréteges modellre elfogadható mértékű a paraméterek közötti korreláció több azimutbeli és több mérési módszer együttes inverziójánál. A  $\rho_2$ -re adódó 0,9-es érték, „sík párhuzamos” modellnél is hasonló nagyságú (4. táblázat).
- Négyréteges modell ( $\rho_4 = \infty$ , lásd még 2., 3. ábra) paramétereinek becslése jelentősen javítható az együttes inverzióval, azonban vagy a  $\rho_2$ -t vagy  $\alpha_1$ -t ismerni kell ahhoz, hogy az inverzió során stabil eredményt kapjunk (5. táblázat  $d=14\%$ ,  $\bar{\sigma}_p=13,2\%$ ).

Összefoglalásul megállapíthatjuk, hogy dőlt síkréteges földtani szerkezetekre szondázási adatrendszerek együttes inverziójával kielégítő pontosságú becslés adható a rétegek fajlagos ellenállására, a lokális mélységekre, és a dőlésviszonyokra: az  $\alpha_i$  dőlésszögekre és az AZI dőlés azimutra szimultán inverzió alkalmazásával. A becslés megbízhatóságát elsősorban több azimutban mért adatrendszerek együttes inverziójával lehet javítani. Ehhez képest kisebb javulást eredményez a különböző mérési elrendezésben mért adatoknak az együttes inverzióba történő bevonása. Több azimutbeli geoelektromos mérés és többféle mérési elrendezés adatainak szimultán inverziójával azonban csak bizonyos határig javítható a becslés megbízhatósága, további javulást más, nem geoelektromos mérési adatok bevonásával, joint inverzióval érhetünk el.

**Dőlt réteges modell**

(kétréteges,  $\varrho_2 = \infty$ )

**Elméleti modell**

$h_1$ (m)	$\alpha_1$ (fok)	$\varrho_1$ ( $\Omega\text{m}$ )	$\varrho_2$ ( $\Omega\text{m}$ )	AZI (fok)
40	10	10	$\infty$	180

*Az inverzió eredménye (az adatok 1 %-os hibával terheltek)*

	$h_1$ (m)	$\alpha_1$ (fok)	$\varrho_1$ ( $\Omega\text{m}$ )	$\varrho_2$ ( $\Omega\text{m}$ )	AZI (fok)	d (%)	S
Háromelektrods "fel"	instabil			fix			
Háromelektrods "fel" + "le"	instabil			fix			
Háromelektrods "fel" + "csapás"	39,7 (2 %)	9,83 (3 %)	9,98 (1 %)	fix	179,2 (1 %)	0,91	0,68
Háromelektrods "fel" + "le" + "csapás"	40,0 (1 %)	9,97 (1 %)	10,01 (1 %)	fix	179,4 (1 %)	0,22	0,48
Háromelektrods + kételektrods "fel" + "le" + "csapás"	40,0 (1 %)	10,00 (1 %)	10,02 (1 %)	fix	179,5 (1 %)	0,17	0,47
Háromelektrods + kételektrods + dipól "fel" + "le" + "csapás"	40,0 (1 %)	10,01 (1 %)	9,99 (1 %)	fix	179,5 (1 %)	0,15	0,51

1. táblázat

**Dőlt réteges modell**

(kétréteges)

**Elméleti modell**

$h_1$ (m)	$\alpha_1$ (fok)	$\varrho_1$ ( $\Omega\text{m}$ )	$\varrho_2$ ( $\Omega\text{m}$ )	AZI (fok)
40	10	10	20	180

*Az inverzió eredménye (az adatok 5 %-os hibával terheltek)*

	$h_1$ (m)	$\alpha_1$ (fok)	$\varrho_1$ ( $\Omega\text{m}$ )	$\varrho_2$ ( $\Omega\text{m}$ )	AZI (fok)	d (%)	$\bar{\sigma}_p$ (%)	S
pole-pole	45,8 (17 %)	17,5 (35 %)	10,19 (3 %)	21,13 (6 %)	135 (15 %)	35,7	18,9	0,55
háromelektrods	43,1 (7 %)	11,9 (12 %)	10,09 (1 %)	19,77 (4 %)	194 (5 %)	10,0	6,9	0,34
dipól	43,5 (6 %)	8,9 (12 %)	9,92 (1 %)	21,95 (10 %)	173 (7 %)	8,0	8,1	0,34
pole-pole + háromelektrods	43,2 (6 %)	11,1 (10 %)	10,13 (1 %)	20,13 (2 %)	191 (4 %)	9,8	5,6	0,38
pole-pole + dipól	40,9 (5 %)	9,5 (10 %)	9,95 (1 %)	20,30 (2 %)	164 (7 %)	4,7	6,0	0,33
háromelektrods + dipól	43,1 (4 %)	10,4 (9 %)	9,99 (1 %)	20,05 (1 %)	188 (2 %)	4,5	4,5	0,33
pole-pole + háromelektrods + dipól	42,4 (4 %)	10,2 (8 %)	10,01 (1 %)	20,30 (2 %)	183 (4 %)	3,1	4,5	0,33
dipól 3-szoros adatszámmal (adatsűrűséggel)	40,2 (4 %)	9,2 (9 %)	9,89 (1 %)	22,36 (7 %)	157 (5 %)	8,6	5,9	0,34

2. táblázat



# Dőlt réteges modell

(háromréteges)

## Elméleti modell

$h_1$ (m)	$h_2$ (m)	$\Sigma h$ (m)	$\alpha_1$ (fok)	$\alpha_2$ (fok)	$\varrho_1$ ( $\Omega$ m)	$\varrho_2$ ( $\Omega$ m)	$\varrho_3$ ( $\Omega$ m)	AZI (fok)
5,2	12,4	17,6	3	10	10	20	10	180

Az inverzió eredménye (az adatok 1 %-os normál hibával terhelve, az adatok mérésenként három azimutban)

	$h_1$ (m)	$h_2$ (m)	$\Sigma h$ (m)	$\alpha_1$ (fok)	$\alpha_2$ (fok)	$\varrho_1$ ( $\Omega$ m)	$\varrho_2$ ( $\Omega$ m)	$\varrho_3$ ( $\Omega$ m)	AZI (fok)	$d$ (%)	$\bar{\sigma}_p$ (%)	S
pole-pole	4,9	14,0	18,9 (2 %)	2,7 (10 %)	10,4 (12 %)	10,0 (1 %)	18,7 (8 %)	10,0 (1 %)	184 (3 %)	5,0	6,8	0,45
pole-pole+há- romelektrodás	5,2	12,6	17,8 (1 %)	2,9 (4 %)	9,9 (5 %)	10,0 (1 %)	19,8 (4 %)	10,0 (1 %)	179 (1 %)	1,35	2,9	0,45
pole-pole+há- romelektrodás+dipól	5,2	12,0	17,2 (1 %)	3,0 (2 %)	9,7 (3 %)	10,0 (1 %)	20,2 (3 %)	10,0 (1 %)	180 (1 %)	1,12	1,8	0,45

3. táblázat

Korrelációs mátrix háromréteges modellre, pole-pole+háromelektrodás+dipól szondázások joint inverziójára  
(A becsült paraméterek a 3. táblázatban)

	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\varrho_1$	$\varrho_2$	$\varrho_3$	AZI	$\Sigma h$
$\alpha_1$	1,0	-0,8	0,1	0,9	0,4	-0,4	-0,5
$\alpha_2$	-0,8	1,0	0	-0,9	-0,6	0,2	0,2
$\varrho_1$	0,1	0	1,0	0	0	0	0,1
$\varrho_2$	0,9	-0,9	0	1,0	0,5	-0,3	-0,4
$\varrho_3$	0,4	-0,6	0	0,5	1,0	0,1	0
AZI	-0,4	0,2	0	-0,3	0,1	1,0	0,5
$\Sigma h$	-0,5	0,2	0,1	-0,4	0	0,5	1,0

4. táblázat

## Köszönetnyilvánítás

A dolgozat az MTA—DFG közös kutatási projekt (No. 62) és az MKM oktatásfejlesztési pályázat (468/94) keretében végzett kutatások eredményeinek felhasználásával készült. A szerzők köszönetet mondanak a támogatásért a fenti intézményeknek.

## HIVATKOZÁSOK

ALPIN L. M., BERDICHEVSKII M. N., VEDRINTSEV G. A., ZAGARMISTR A. M. 1966: Dipole methods for measuring earth conductivity. New York

BEARD L. P., MORGAN F. D. 1991: Assessment of 2-D resistivity structures using 1-D inversion. Geophysics **56**, 6, 874–883

CHASTENET DE GERY J., KUNETZ G. 1956: Potential and apparent resistivity over dipping beds. Geophysics **XXI**, 3, 780–793

DOBRÓKA M., GYULAI Á., ORMOS T., CSÓKÁS J., DRESEN L. 1991: Joint inversion of seismic and geoelectric data recorded in an underground coal mine. Geophysical Prospecting **39**, 64–665

GYULAI Á. 1995: Dőlt réteges földtani szerkezetek geoelektromos kutatási lehetőségének vizsgálata analitikus előremodellezéssel. Magyar Geofizika **36**, 1, 40–67

Elméleti modell

$h_1$ (m)	$h_2$ (m)	$h_3$ (m)	$\Sigma h$ (m)	$\alpha_1$ (fok)	$\alpha_2$ (fok)	$\alpha_3$ (fok)	$\rho_1$ ( $\Omega m$ )	$\rho_2$ ( $\Omega m$ )	$\rho_3$ ( $\Omega m$ )	$\rho_4$ ( $\Omega m$ )	AZI (fok)
5,24	3,51	8,88	17,63	3	5	10	10	20	5	$\infty$	180

Az inverzió eredménye (az adatok 1 %-os normál hibával terheltek, az adatok mérésenként három azimutban)

Mérés	$h_1$ (m)	$h_2$ (m)	$h_3$ (m)	$\Sigma h$ (m)	$\alpha_1$ (fok)	$\alpha_2$ (fok)	$\alpha_3$ (fok)	$\rho_1$ ( $\Omega m$ )	$\rho_2$ ( $\Omega m$ )	$\rho_3$ ( $\Omega m$ )	$\rho_4$ ( $\Omega m$ )	AZI (fok)	$d$ (%)	$\bar{\sigma}_p$ (%)	S
Háromelektrods "fel" + "le" + "csapás"	4,47	1,60	18,31	24,38 (1 %)	2,6 (24 %)	3,5 (39 %)	13,8 (11 %)	10,0 (1 %)	20 fix	9,2 (19 %)	$\infty$ fix	180 (1 %)	37,1	19,2	0,63
Háromelektrods + pole-pole	5,19	2,88	12,45	20,52 (1 %)	3,0 (11 %)	4,6 (25 %)	11,6 (21 %)	10,0 (1 %)	20 fix	6,8 (45 %)	$\infty$ fix	180 (1 %)	15,4	21,4	0,552
Háromelektrods + pole-pole + dipól	5,01	2,86	12,18	20,05 (1 %)	2,9 (7 %)	45 (15 %)	11,4 (13 %)	10,0 (1 %)	20 fix	6,6 (28 %)	$\infty$ fix	180 (1 %)	14,0	13,2	0,54

5. táblázat

HERING A., MISIEK R., GYULAI Á., ORMOS T., DOBRÓKA M., DRESEN L. 1995: A joint inversion algorithm to process geoelectric and surface wave seismic data. Part I.: basic ideas. Geophysical Prospecting **43**, 135–156

HMELEVSZKOJ V. K., BONDARENKO V. M. 1989: Elektrozavedka. Moszkva, Nyedra, 52–55

KOEFOED O. 1979: Geosounding Principles, Resistivity Sounding Measurements. Amsterdam—Oxford—New York

LIEBIG A. 1996: Zweidimensionale geoelektrische Inversion als Teil einer integrierten geophysikalischen Auswertung zur Erkundung oberflächennaher Schichten. Dissertation, Fakultät für Geowissenschaften der Ruhr-Universität, Bochum

MISIEK R., LIEBIG A., GYULAI Á., ORMOS T., DOBRÓKA M., DRESEN L. 1996: A joint inversion algorithm to process geoelectric and surface wave seismic data. Part II: Application. Geophysical Prospecting

MUFTI I. R. 1980: Finite-difference evaluation of apparent resistivity curves. Geophysical Prospecting **28**, 146–166

MUNDY E. 1984: Geoelectrical model calculations for two-dimensional resistivity distributions. Geophysical Prospecting **32**, 124–131

SALÁT P., TARCSAI Gy., CSEREPES L., VERMES M., DRAHOS D. 1982: A geofizikai interpretáció információs-statisztikus módszerei. Tankönyvkiadó, Budapest

SCHULZ R., TEZKAN B. 1988. Interpretation of resistivity measurements over 2-D structures. Geophysical Prospecting **36**, 962–975

SMITH N. C., VOZOFF K. 1984: Two-dimensional DC resistivity inversion for dipole-dipole data. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, GE-22, 21–28

SKABARNJA N. G., SZEVOZTJANENKO V. P. 1985: Algoritm rascseta kazsusihszja szoprotivlenij i poljarizujemosztej dlja szredi sz naklonnimi granicami razdela. DVNC AN SZSZSZR, 153–161

# A szimultán interpretáció által nyújtott minőségi előnyökről. Következtetés a gravitációs inverziós eljárásoknak távolabbi célokat kitűző fejlesztési irányaira vonatkozóan<sup>1</sup>

STEINER FERENC<sup>2</sup>

*Nem eléggé közismertek a többféle geofizikai eljárás által szolgáltatott adatrendszerek szimultán inverziójában rejlő lehetőségek, pl. hogy két módszer együttes interpretációja egyértelmű megoldásra vezethet akkor is, ha a módszerek külön-külön csak végtelen sok (és egymástól szignifikánsan különböző) paraméterhalmazt tudnak csak megadni (amelyek mindegyike megfelelő pontossággal adja persze vissza a saját mérési eredményeit). Rövidebben fogalmazva: ha a módszerek mérési eredményrendszereinek egyike sem szolgáltat még közelítő megoldást sem, együttes inverziójuk egyértelmű eredményre vezethet. A szimultán értelmezés fontosságára való tekintettel javasolja a szerző (részleteiben a gravitációs esettel foglalkozva), hogy olyan interpretáció-fejlesztések, amelyek távolabbi célokat tűznek maguk elé, tartsák szem előtt azt a szempontot is, hogy az egyes geofizikai módszerek eredményrendszerei egy későbbi fázisban minél könnyebben épülhessenek be egy szimultán inverziós algoritmusba. A gravitációt illetően ezen a téren egyrészt a laterálisan érzéketlen szűrők kifejlesztése már megtörtént, másrészt célszerűnek mutatkozik az elemi hasábokra bontás módszerét alapul vevő gravitációs inverziós algoritmusokat több variánsban is kifejleszteni.*

**F. STEINER: Enormous advantages of the joint inversion. Consequences to the proper ways by the development of various kinds of inversion technics, especially of the gravimetric one**

*The surprisingly great possibilities lying in the joint inversion technics are unfortunately not widely enough known among geophysicists. Therefore the essence is shown on a simple example, on one hand, and on the other hand, consequences are drawn from this fact for the appropriate research directions, especially what the development of the gravity inversion belongs to.*

A geofizika hazai irodalmában régebben „direkt feladat” és „fordított feladat” között volt szokás különbséget tenni. Az utóbbit megvalósító módszer alatt azt értették, amit ma (magyarul is) inverziónak nevezünk: eljárást olyan paraméterhalmaz kiszámítására, amely a lehető legjobb közelítéssel adja vissza (a „direkt feladat” megoldásával) a mérési adatrendszert. Akit az „inverzió” szó idegen eredete irritálna, annak a számára szinonimaként az „értelmezés” (vagy az ennek megfelelő, de a magyar nyelvben már régebben meghonosodott „interpretáció”) kifejezés alkalmazását ajánlhatjuk. Noha az interpretáció alatt gyakran mást is értünk: nevezetesen geofizikai adatrendszereink földtani értelmezését, a szövegkörnyezet mindig egyértelművé teszi, hogy a két jelentés közül melyikről van szó. Ha a „fordított feladat” kérdéskomplexumához tartozó

problémát taglalunk, *semmi akadálya sincs tehát az „inverzió-értelmezés-interpretáció” kifejezés-hármas szinonima-választékként való elfogadásának*, sőt (a német „Auswertung” mintájára, ld. pl. a JUNG [1961] összefoglaló munkában,) a „kiértékelés”, mint negyedik szinonima-variáns alkalmazását sem zárhatjuk ki. Lehet, hogy a „joint inverzió” kifejezés használatának (a magyar nyelvi tisztaság megőrzésének tiszteletre méltó célját követő) jelenlegi ellenzői a „szimultán kiértékelés”, vagy éppen az „együttes kiértékelés” kifejezés alkalmazását is mérlegelni fogják.

Az utóbbi eljárás — amit legszívesebben szimultán interpretációnak nevezek, — az elmúlt két évtizedben látványos fejlődést mutatott fel és több téren is meggyőző eredményeket ért el: ekkor értek be ugyanis az alap gondolat megvalósításának számítástechnikai feltételei. A Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszékének oktatói-kutatói közül az elmúlt évek során DOBRÓKA Mihály, GYULAI Ákos és ORMOS Tamás ért el (külön-külön, valamint team-munkában) nemzetközileg is elismert eredményeket,

<sup>1</sup>Beérkezett: 1996. április 26-án

<sup>2</sup>Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszék, H-3515 Miskolc, Egyetemváros



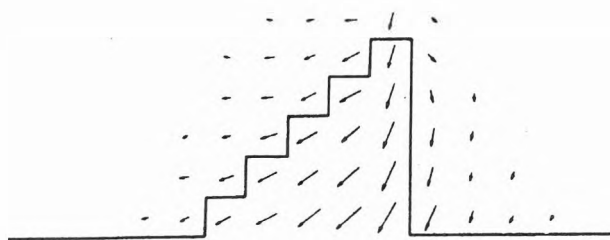
sőt, a témakörben legfrissebben napvilágot látott cikk [KIS, AMRAN 1995] a doktoranduszokkal kibővült team két tagjának a munkája.

Vessünk egy pillantást a kezdetekre is: VOZOFF, JUPP [1975] cikkére szokás a leggyakrabban hivatkozni (szinte mint ősforrásra), de a jelen sorok írójának a dolgozata sem sokkal később jelent meg [STEINER 1977], amely utóbbiban látványosan pontosabban kaptuk vissza egy (kétdimenziós) térrész mágnesezettség-vektorainak az eloszlását kétféle jellegű geofizikai mérési adatrendszer egyetlen programmal megoldott inverziójával (ld. az 1. ábrát), mint amikor csak a Z-profil (a függőleges mágneses térkomponens-szelvény) adataiból történt az értelmezés (ld. a 2. ábrát). A homogén mágnesezettségűnek feltételezett ható helyes mágnesezettség-irányait az 1. és 2. ábrán négyzet keresztmetszetű elemi hasábokra bontott esetben  $45^\circ$ -os, azonos nagyságú nyilak reprezentálják (természetesen a hatón belül, azon kívül zérusnak tételeztük fel a mágnesezettséget); az 1. ábra (szemben a 2. ábrával) kielégítő, sőt, akár jónak is minősíthető közelítést adja tehát a valóságos viszonyoknak. Még egy megjegyzés: a ható körül, tehát a valóságban már zérus mágnesezettségű tartományban megjelenő, túlnyomóan kisméretű nyilak az alkalmazott regularizáló feltétel következtében jelentek meg mind a két ábra esetében, így ezek a szimultán értelmezés esetén



1. ábra. Szimultán inverzió eredményrendszere [STEINER 1977 nyomán]

Fig. 1. Results obtained by joint inversion [after STEINER 1977]



2. ábra. Kizárólag Z-adatokból kiinduló inverzió eredményrendszere [STEINER 1977 nyomán]

Fig. 2. Inversion results using only Z-values [after STEINER 1977]

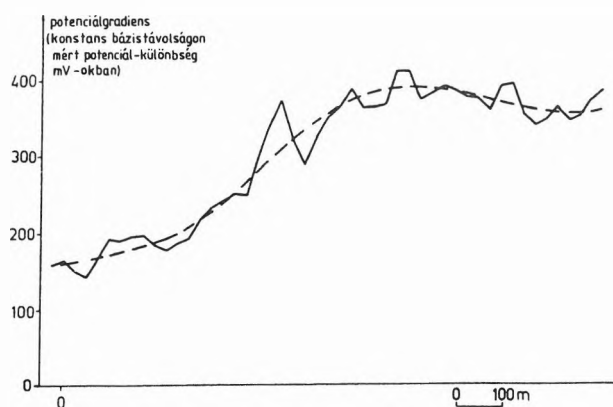
(1. ábra) hasonlóan jelentkeztek, mint a közönséges inverziónál (2. ábra). A dolgozat példát mutatott be gravitációs és mágneses adatrendszerek szimultán interpretációjára is.

(Talán nem felesleges megjegyezni a következőt, már csak kuriózum kedvéért is: idézett cikkem gondolatmenete annál kevésbé támaszkodhatott a korábban megjelent VOZOFF, JUPP [1975]-cikkre, mivel kéziratomat 1974. február 14-én nyújtottam be, a másik dolgozat kéziratát pedig csak ezt követően: 1974. szeptember 26-án adták le. — Azt hiszem, az idősebb geofizikus nemzedék tudja csak igazán értékelni a Magyar Geofizika gyakran csak néhány hónapos átfutási időit, mivel régebben, legalábbis hazánkban, nem egyszer több éves átfutási időket kellett elszenvednie a geofizikusnak dolgozatainak publikálásakor, könyv megjelentetésekor pedig akár egy évtizedet is.)

A fenti két cikk már megvalósított szimultán interpretációkat mutatott be. A jelen sorok szerzője azonban egy csaknem pontosan negyed évszázaddal ezelőtt (1971. szeptember 6-án) publikálásra leadott cikkében [STEINER 1972] hívta fel a figyelmet a szimultán értelmezésben rejlő, meglepően nagymértékű minőségi előnyökre. Az egyetlen programban való realizálás akkor még számítástechnikailag elérhetetlen volt számomra, de az alapgondolat előnyeit világosan be lehetett mutatni. Legyen szabad röviden összefoglalni (az előzményekkel együtt) azt a gyakorlatból vett példát, amelyet az idézett cikk részletesen taglal.

Dr. EGRSZEGI Pál kollégámmal együtt (akire olvasóim közül bizonyára nem kevesen emlékeznek vissza ugyanolyan szeretettel és tisztelettel, mélyen sajnálva korai távozását, mint jómagam) 1959 nyarán többféle geofizikai mérést hajtottunk végre Oroszlány—Pusztavám—Bokod térségében. Későbbi elméleti vizsgálatokhoz szinte ideális 2-D-szerkezet: a bokodi árok egyik oldala fölött, csapásvonalra merőleges szelvény mentén potenciálgradiens méréseket végeztünk úgy, hogy a tápelektrodákat a bemért szakaszhoz viszonyítva gyakorlatilag végtelennek tekinthető távolságban helyeztük el. Egy konstans távolságú mérőelektrodapárral kapott feszültségkülönbségeket a 3. ábra (a [STEINER 1972] 2. ábrája) folytonos szakaszokból álló törtvonalú „görbével” mutatja be; az ennek ingadozásait kiszűrve kapott szaggatott vonalú görbét már joggal tulajdoníthattuk az árok hatásának.

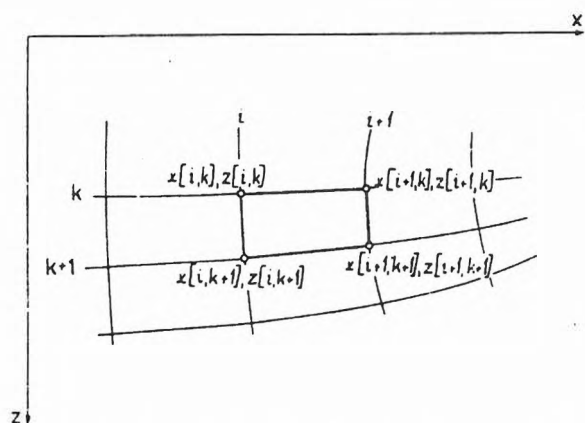
Az előzetes ismeretek szerint a véges fajlagos ellenállású laza üledékek alatti mészkő fajlagos ellenállása végtelennek volt vehető (és egyben egyedül ennél a kontaktfelületnél lépett fel szignifikáns sű-



3. ábra. Kétdimenziós szerkezet felett mért potenciálgradiens szelvény [STEINER 1972 nyomán]

Fig. 3. Profile of horizontal potential gradients measured above a 2D structure [after STEINER 1972]

rűségugrás is). A fizikából jól ismert az azonos potenciálú felületekre, pontosabban (a kétdimenziósság miatt ezeket egy szelvényen egyértelműen megadó) görbékre az áramvonalak merőlegesek, így az áram- és potenciálvonalak hálója a terepszint és a mészkő felszíne közötti térrészben csak olyan lehet, amelyek elemei derékszögű paralelogrammákat közelítenek (ld. 4. ábra; a [STEINER 1972] 1. ábrája). Ezek oldalhossz-arányát  $C$ -vel jelölve, valamint természetesen a felszínen mért értékeket figyelembe véve, hagyományos kiegyenlítéssel meghatározhatók a háló sarokpontjainak koordinátái. (A háló sűrűségét persze nagymértékben határozták meg az akkor rendelkezésemre álló számítástechnikai le-

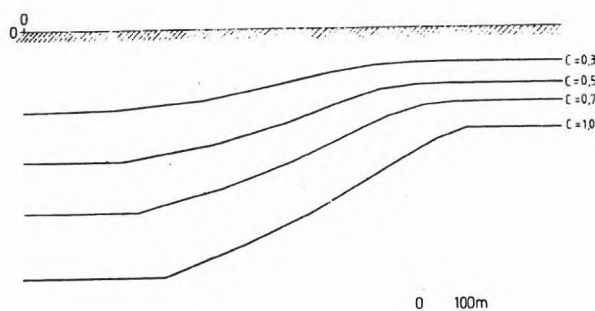


4. ábra. Az ekvipotenciális felületeknek megfelelő vonalak merőlegesek lévén az elektromos áramvonalakra, egymáshoz hasonló (azonos  $C$  oldalhossz-arányú) téglalapokat közelítenek az áramvonal-potenciálvonal háló elemei [STEINER 1972 nyomán]

Fig. 4. Apices of the elementary 'rectangle' of the lattice defined by the electric current lines and the equipotential ones [after STEINER 1972]

hetőségek; hogy a program utolsó lépését 66-ismeretlenes egyenletrendszer megoldása jelentette, az egyértelmű azzal, hogy a háló sűrűsége még éppen elegendő volt elfogadható  $(x, z)$  értékpárok (metszéspont koordináták) meghatározására, amelyek közül persze csak a háló alsó szélét, azaz a mészkőfelszín lefutását definiáló értékek bírtak számunkra jelentőséggel.

A közelítés vázolt fokán, az önkényesen választott  $C$  különböző értékeihez természetesen szignifikánsan különböző eredmények adódtak, amelyek közül négyet az 5. ábra mutat be. Persze e számítási eredmények nélkül is kézenfekvő, hogy *végtelen sok mészkőfelszín hozhatja létre ugyanazt a (3. ábrán bemutatott) potenciálgradiens-görbét*, akár nagyságrendnyi mélységkülönbségekkel, így azt a követ-



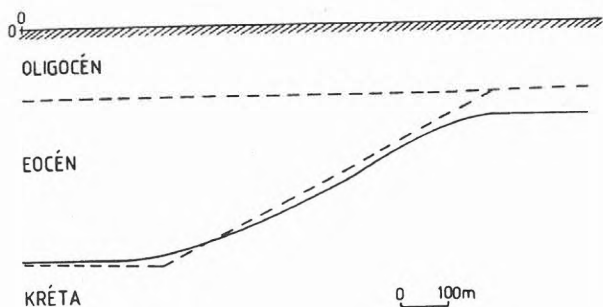
5. ábra. Négy példa azon végtelen számú mészkőfelszín-szelvény közül, amelyek mindegyike a 3. ábra potenciálgradiens-értékrendszerét eredményezi [STEINER 1972 nyomán]

Fig. 5. Four examples from the profiles of infinite number each representing a possible inversion result to the measured values already shown in Fig. 3 [after STEINER 1972]

keztetést kényszerülünk levonni, hogy potenciálgradiens mérésünk eredményeit nem tudjuk invertálni, pl. a mélységekről semmit sem tudtunk meg.

Ugyanerre a végkövetkeztetésre jutnánk, ha az ugyanazon szelvényre rendelkezésre álló gravitációs adatrendszer inverzióját szeparáltan kísérelnénk meg. Mivel azonban (amint arról már szó esett,) *mind a fajlagos ellenállásnak, mind a sűrűségnek ugyanazon a felületen van ugrásszerű értékváltozása, a jelen esetben adott a szimultán értelmezés alapfeltétele*. Ezt akkoriban egyetlen program keretében még nem állt módomban kivitelezni, de erre nem is volt szükség: a sokféle  $C$ -értékre kapott szelvény mindegyikére elvégezhető volt a  $g$ -szelvény kiszámítása, és ezek közül nyilván azt választottuk ki, amelynek változásai azonosak voltak a mért

szelvény változásaival. Így két, külön-külön végtelen sok inverziós eredményt megengedő módszer szimultán interpretációja egyetlen, jól definiált kontasztfelület meghatározásához vezetett. Hogy ezt valószínűleg egyúttal reálisnak is ítéltjük (a becült hibakorlátokon belül), arra vonatkozóan tekintünk a 6. ábrát, amely a szimultán értelmezéssel kapott, folytonos vonallal rajzolt szelvényt a földtani korokat feltüntető, szaggatott vonalú szelvénnel együtt ábrázolja. (Ez utóbbi, geológiai szelvényt szeizmikus mérések és fúrási eredmények alapján szerkesztették; utóbbiakból ismeretes az is, hogy a felülről harmadik réteg anyaga mészkő.)

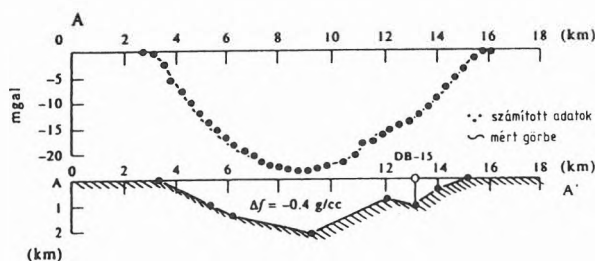


6. ábra. A (3. ábrán bemutatott) geoelektromos és a gravitációs mérési adatok szimultán értelmezésével kapott mészkőfelszín-szelvény összehasonlítása a geológiai szelvénnel [STEINER 1972 nyomán]

Fig. 6. Profile of the surface of limestone obtained by the simultaneous interpretation of geoelectric (see Fig. 3) and gravimetric data. The geological section is also given [after STEINER 1972]

Mindezeket a vizsgálatokat még akkor végeztem, amikor érdeklődésem középpontjában kizárólag a gravitáció állt. Immár igazolva látva a STEINER [1972]-ben már példával is igazolt, de már a STEINER [1969]-ben is biztosra vett és aligha túlértékelhető minőségi többletet, amit az együttes értelmezés a geofizika egésze számára jelent, világos volt, hogy már ennek konzekvenciáit levonva kell a gravitációs inverzió célszerű fejlesztési irányait kijelölni. Mellesleg: a szimultán interpretáció fogalma már a STEINER [1969]-ben is ezzel a kifejezéssel szerepelt, mindenesetre — nyilván a számítástechnika lehetőségeire gondolva — úgy, mint aminek a gyakorlati megvalósítása később fog csak aktuálissá válni, ld. a cikk 14. oldalát. Ezek a korai, az 1969-es cikkben csoportelméleti megfontolásokkal induló megfontolások és utalások a szimultán interpretációra mind azt célozták, hogy meggyőzzék az olvasót arról, hogy a gravitációs inverzió távolabbi célokat kitűző,

tehát tudományos fejlesztése a lehető legnagyobb általánosságra kell, hogy törekedjék, hogy a későbbiekben precíz fogaskerékként illeszkedhessék a szimultán inverzió óraművébe. Hogy még az ezen a téren írt legfrissebb dolgozatok zöme sem tűzi ki célul az általánosságnak ezt a fokát, azt legyen szabad egy tavalyi, Elsevier kiadású folyóiratból vett ábrával alátámasztanom (ld. a 7. ábrát, amelyet a NAZARINHA RAO et al. [1995]-cikk nyomán közlök,) — de ez bizonyos szempontból érthető: szükség van a gravitációs inverzió-fejlesztés tudományos távlatokban gondolkodó (és majdan a szimultán értelmezésbe is egyre gyakrabban becsatlakozó) variánsára ugyanúgy, mint a napi feladatokat ellátó válto-



7. ábra. Példa gravitációs adatok inverziójára [NAZARINHA RAO et al. 1995 nyomán]

Fig. 7. Example of a practical gravity inversion [after NAZARINHA RAO et al. 1995]

zatra (egy pillantás a 7. ábrára meggyőző bennünket arról, hogy az imént idézett munka a másodikként említett vonulatba tartozik).

A szimultán értelmezés alkalmazhatóságának nemcsak az a feltétele, hogy két- vagy többféle geofizikai mérési adatrendszer létrehozó közetparaméter-eloszlások között jól definiált kapcsolat álljon fenn (a legegyszerűbb esetben pl. hogy a közetparaméter-értékek ugrásszerű változása ugyanazon réteghatárnál következzen be), hanem általános esetben az is, hogy a mért adatokra (mélységi és oldalirányú értelemben egyaránt) lehetőleg minél inkább megegyező térfogatban elhelyezkedő kőzetek paraméterei legyenek hatással. (Ezért szerepel STEINER [1972]-ben a  $g$  vízszintes deriváltja, STEINER [1977]-ben pedig a  $g$   $z$  szerinti második parciális deriváltja a gravitációs adatokat is alkalmazó szimultán interpretációban, hogy ez a feltétel lényegesen jobban teljesüljön, mint amennyire az a primer  $g$ -adatokra teljesül. A STEINER, ZILAHÍ-SEBESS [1988]-könyv egészen végighúzódik e szempont figyelembevételére, hiszen éppen a gravitációs adatrendszerek tartalmazzanak elsősorban nem kívánt mélységekből és/vagy laterálisan nagy távolságokból származó, messze nem elhanyagolható hatá-



sokat, és hogy ezeket egyrészt jellemezni, másrészt kezelni tudjuk, a súllyal tértartománybeli tárgyalás-mód elengedhetetlen volt (amiért egy-két recenzens — nem véve figyelembe távolabbi céljainkat — kellő megrovásban is részesítette a szerzőket; megnyugtatónkra ez a kritikusok elenyésző kisebbségét jelentette csak). A „Dirac- $\delta$  mínusz regionális szűrő” szerint definiált (egyébként leggyakrabban alkalmazott) reziduális szűrők frekvenciatartományban aligha definiálható behatolási mélységeit az idézett könyv a 184. oldaltól kezdődően tárgyalja, kimutatva a behatolási mélységnek (azonos szűrőtípuson belül) a szűrőmérettel való arányosságát és (a 190. oldalon) táblázatban megadva ötféle szűrőre az arányossági tényezőt is (korábban persze pontosan megadva azt, hogy az egyes szűrőfajták eseteiben mit kell szűrőméret alatt értenünk. STEINER, ZILAHÍ-SEBESS [1988] a  $w(x, y, z)$  függvényt mint a  $\sigma$  térbeli sűrűségeloszlás és az  $r(x, y)$ -nal jelölt (térfélszerűen is elképzelhető) szűrt gravitációs értékrendszer között a

$$r(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_0^{\infty} \sigma(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}) \cdot w(x - \bar{x}, y - \bar{y}, \bar{z}) dx dy dz \quad (1)$$

formula szerint közvetlen kapcsolatot teremtő függvényt vezet be és alkalmazza a definíciók és megfontolások zöménél. Ha a sűrűségeloszlás  $z_0$  mélységű  $\sigma'(x, y)$  felületi sűrűséggel közelíthető, a  $(p, q)$  térfrekvencia-tartományon nyilván (a kétváltozós Fourier-transzformáltakat a megfelelő nagybetűkkel jelölve)

$$R = \sum' \cdot W \quad (2)$$

írja le a sűrűségeloszlás kapcsolatát a szűrt adatrendszerrel. Könnyen belátható, hogy ha  $T(\hat{p})$ -pal jelöljük az alkalmazott  $t(x, y)$  gravitációs szűrőnk átviteli függvényét (ahol  $\hat{p} = \sqrt{p^2 + q^2}$ ), a  $z_0$ -ra vonatkozó  $W(\hat{p})$ -ot  $konst. \cdot e^{-z_0 \hat{p}} \cdot T(\hat{p})$ -ként írhatjuk fel. Egyetlen  $z_0$  mélységű ponttömeg esetén, amikor tehát  $\sigma'(x, y) = \delta(x, y)$ , azaz a  $z_0$  mélységű felületi sűrűségeloszlás azonos a kétváltozós Dirac- $\delta$ -val, a jól ismert  $\mathcal{T}\{\delta(x, y)\} = 1$  miatt  $R$  egyenlő  $W$ -vel, vagyis a  $w(x, y, z_0)$ -t szemléletesen indokolt a  $z_0$  mélységű egységnyi tömegponthoz tartozó  $r(x, y)$  szűrt gravitációs függvénynek azonosnak tekinteni (ha a dimenzióbeli különbségektől eltekintünk).

A gravitációnak a szimultán értelmezésben tehát annál több esetben és annál nagyobb lehet a szerepe, ha a valamely  $t$  szűrővel nyert  $r(x, y)$  adatrendszer minél kevésbé függ laterálisan távoli sűrűség-inhomogenitásoktól, azaz (bevezetve az

$\hat{x} = \sqrt{x^2 + y^2}$  jelölést), ha a  $|w(\hat{x}, z_0)|$  abszolútértékek összességükben is elhanyagolhatóan kicsinyek egy nem túl nagy  $\rho_{lat}$  sugarú körön túl a  $w(\hat{x}, z_0)$  abszolútértékeinek az egész  $z_0$  síkra vett integráljához viszonyítva. A laterális érzéketlenségről tehát az alábbiakban  $I$ -vel jelölt

$$I(\rho_{lat}) = \frac{\int_0^{\rho_{lat}} \hat{x} \cdot |w(\hat{x}, z_0)| d\hat{x}}{\int_0^{\infty} \hat{x} \cdot |w(\hat{x}, z_0)| d\hat{x}} \cdot 100 \quad (3)$$

(%-okban megadott) hányados olyan értelemben informál bennünket, hogy két, mondjuk, egyébként azonos felbontóképességű szűrő összehasonlításakor nyilván azt tekintjük joggal laterálisan érzéketlenebbnek, amelynél kisebb  $\rho_{lat}$  érték tartozik azonos  $I$ -értékhez. (A  $\rho_{lat}$ -ot  $s$  egységben szokás megadni, ahol  $s$  a graviméteres mérési háló elemi négyzetének az oldalhossza.) Az összehasonlítás persze a transzformálatlan  $g$  értékrendszerrel is végrehajtható (ekkor  $t(x, y) = \delta(x, y)$ ), sőt, most esetleg ez célszerű is annak a hangsúlyozására, hogy a transzformálatlan  $g$  adatsorral, szimultán értelmezés esetén, legfeljebb csak laterálisan hasonlóan szuperérzékeny geofizikai módszerek adatrendszerei párosíthatók (kivéve persze azt a szerencsés, ámbár bizonyára ritkán előforduló esetet, amikor a legközelebbi, az inverzió szemzőgéből már közömbös gravitációs ható is csak igen nagy  $\hat{x}$  távolságban található).

A  $t_{\bar{\gamma}, z_0}(\hat{x})$ -pal jelölt gravitációs szűrő a  $z_0$  mélységű síkon a

$$w_{\bar{\gamma}, z_0}(\hat{x}) = konst. \cdot (1 - \hat{x}^2 / 4\bar{\gamma}) \cdot \exp(\hat{x}^2 / 4\bar{\gamma}) \quad (4)$$

alakú  $w(\hat{x})$ -ot valószínűsíti meg, azaz növekvő  $\hat{x}$ -pal gyors a  $w$  csökkenése (ld. a fentiekben már idézett gravitációs könyv 210–211. oldalait). Ugyanitt ellenőrizhetjük azt, hogy ha a szűrést a tértartományban óhajtjuk végrehajtani, a szűrőmátrix elemeit

$$t_{\bar{\gamma}, z_0}(x, y) = \frac{c}{2\pi} \int_0^{\infty} \hat{p}^3 \cdot \exp(-\bar{\gamma} \hat{p}^2 + z_0 \hat{p}) \cdot J_0(\hat{x} \hat{p}) d\hat{p} \quad (5)$$

szerint számítjuk (frekvenciatartományban a

$$T_{\bar{\gamma}, z_0}(p, q) = c \cdot \hat{p}^2 \cdot \exp(-\bar{\gamma} \hat{p}^2 + z_0 \hat{p}) \quad (6)$$

függvénnyel szorzunk). A szűrőmátrixok szokásos (utólagos) normálása a  $\sum_{i,k} t_{i,k}^2 = 1$  feltételt valósítja

meg egyetlen konstanssal történő beszorzással, — hogy a szűrt érték hibája azonos legyen a  $g$  adatok hibájával — így a  $c/2\pi$  faktor akár el is hagyható az (5) egyenlet integrálja előtt. Könnyen ellenőrizhető,

$$\text{hogy } \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} t_{\bar{\gamma}, z_0}(x, y) dx dy = 0, \text{ azaz } T_{\bar{\gamma}, z_0}(0, 0) = 0 \text{ ami}$$

a szűrőtípus mélyen fekvő hatók hatásait elnyomó, azaz reziduális jellegét jelenti. Ennek a gravitációs inverzió szempontjából külön is örülünk, de most inkább azt hangsúlyozzuk, hogy egy szimultán inverziós algoritmusba való beépülés esélyei ezzel természetesen szignifikáns mértékben lesznek nagyobbak. (Egy, a térbeli szűrések végrehajtására vonatkozó, nemcsak számítástechnikai vonatkozású megjegyzés: a  $t_{\bar{\gamma}, z_0}$ -szűrők mérete az esetek többségében meglepően kicsiny, ld. STEINER, ZILAH-SEBESS [1988] 327–335 oldalait.)

A laterális érzékenység  $z_0$  mélységtől független, csak a  $\bar{\gamma}$ -tól függő  $\rho_{lat}$  sugarait a  $t_{\bar{\gamma}, z_0}$ -szűrő különböző  $\bar{\gamma}$  paraméter értékeihez és háromféle  $I$  szinthez (90%, 99% és 99,9%) az I. táblázat tartalmazza. (Összehasonlításképp: a transzformálatlan  $g$ -re a  $z_0=6$  s mélységben az előbbi három  $I$  szinthez a

I. Táblázat

$\bar{\gamma}$	A laterális érzékenység $\rho_{lat}$ sugarai $z_0$ mélységben, különböző $I$ szintekhez		
	$I=90\%$	$I=99\%$	$I=99,9\%$
20	18.0	23.0	28.0
16.2	16.0	21.0	25.0
12.8	14.3	19.0	22.0
9.8	12.6	17.0	19.0
7.2	10.7	14.0	17.0
6.05	9.8	12.9	15.0
5.0	8.9	11.7	13.5
4.05	8.0	10.5	12.4
3.2	7.2	9.4	11.0
2.45	6.3	8.2	9.7
2.1125	5.8	7.6	9.0
1.8	5.4	7.0	8.3
1.5125	4.9	6.4	7.6
1.25	4.5	5.8	6.9

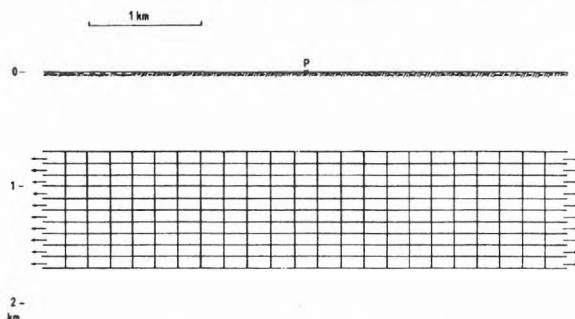
60 s, 600 s és a 6166 s  $\rho_{lat}$  értékek tartoznak).

Megjegyzés: a kis laterális érzékeny fontosságát egy kétdimenziós modellre a 15. ábra szelvénytárcsája mutatja be, STEINER, ZILAH-SEBESS [1988] 227. oldali alsó ábrája nyomán. A középső hatóra vonatkozó szűrt ( $r$ -rel jelölt) értékek szelvénye mindkét irányban zérusra csökken, mielőtt a szomszédos (ráadásul többszörös gravitációs maximumokkal je-

lentkező) hatók hatása jelentkezni kezdene: az  $r$  szelvény középső szakasza tehát alkalmas arra, hogy szimultán értelmezés egy komponenseként szerepeljen. Távolról sem mondható ez el az eredeti  $g$  szelvénynek ugyanerről a szakaszáról, hiszen a  $g$  szelvényen a három ható hatása teljesen egybeesősödik.

A két vagy több geofizikai módszer lehetőleg azonos tértartományra való érzékenysége mellett az elemi hasábokra bontás (mind 2-D, mind 3-D esetekben) szintén olyan módszer, amely a gravitációban önmagában is hasznos ugyan, de most inkább azt hangsúlyozzuk, hogy egyben a szimultán értelmezés valamely variánsába való későbbi illeszkedést talán a leginkább ezzel segítjük elő.

Az első lépés tehát a szóban forgó mélységtartomány kellő sűrűségűnek ítélt felosztása, amely mostani 2-D esetünkben (ld. 8. ábra) 100 m magas és 200 m széles keresztmetszetű véges, valamint a széleken 100 m magas félvégteles hasábokból áll. Ezek gravitációs hatásai a felszín (szintén 200 m-

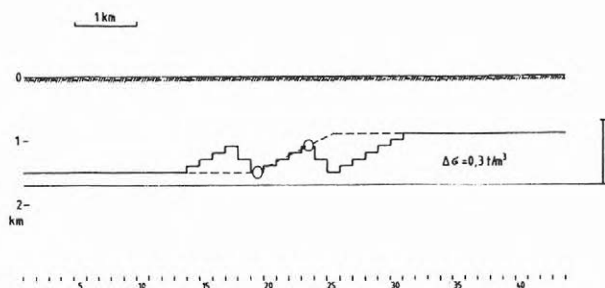


8. ábra. A kutatási mélységtartomány véges és félvégteles keresztmetszetű kétdimenziós elemi hasábokra való felosztása

Fig. 8. Division of the prospected depth range into finite and semi-infinite 2D elementary prisms

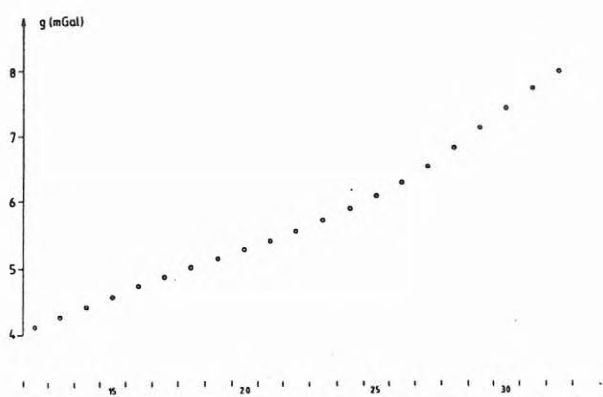
enként) felvett pontjaira egyszer s mindenkorra meghatározhatók (célszerűen az  $1 \text{ t/m}^3$ -es sűrűségre határozzuk meg ezeket a  $w_{i,k}$ -val jelölt mennyiségeket), s így az elemi hasábokból összetett bármely hatómodell  $g$  szelvényének minden pontja egyszerű összeadás és az aktuális sűrűségkülönbséggel való szorzás eredményeként adódik. Ha pl. a 9. ábra modelljét vesszük fel, azonnal kezünkben annak a 10. ábrán látható  $g$  szelvénye is.

A 9. ábra két nullkörrel jelöli azt, hogy nemcsak a bal és jobb oldalakon, hanem az invertálandó tartomány két pontjában is ismertek előzetesen is a mélységadatok (pl. mélyfúrások alapján). Persze ezek ismeretében talán annál is inkább hajlamosak lennénk a szaggatott vonalú ferde vető behúzására, mivel a 10. ábra  $g$  szelvénye monoton növekedést mutat. Persze ez az utóbbi jelleg a  $g$  szelvények



9. ábra. Inverziós vizsgálatokhoz elfogadott 2-D modell [STEINER, TAKÁCS 1985 nyomán]

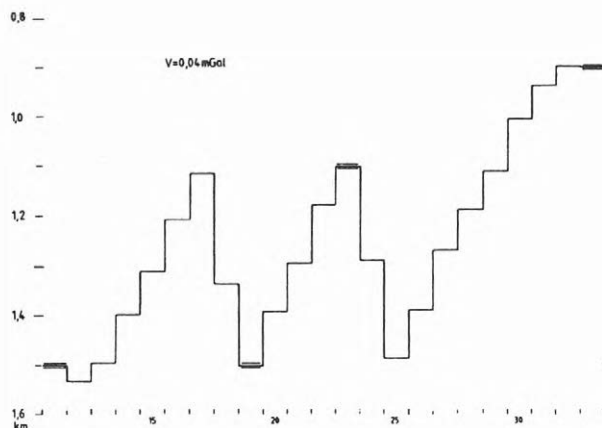
Fig. 9. The accepted 2-D model for inversion investigations [after STEINER, TAKÁCS 1985]



10. ábra. A 9. ábra modelljének megfelelő  $g$  szelvény [STEINER, TAKÁCS 1985 nyomán]

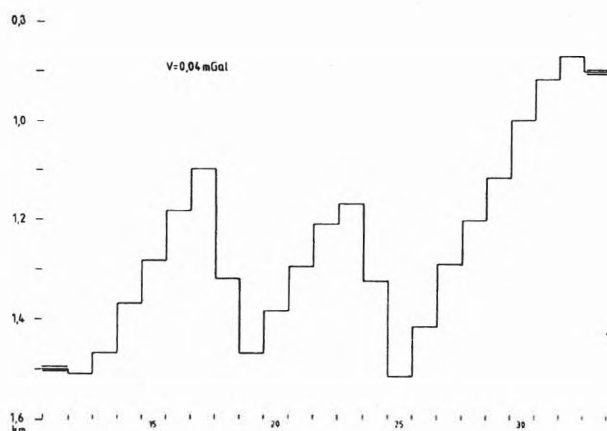
Fig. 10. Gravimetric profile belonging to the model given in Fig. 9. [after STEINER, TAKÁCS 1985]

gyenge felbontóképessége miatt nem utal a valós viszonyok lényegesen bonyolultabb voltára, amelyet viszont a CSERNYÁK, STEINER [1981] szerinti, start-modelltől független inverzióval akkor is kellő pontossággal kapunk vissza, ha kiindulásként 4 század mGalnyi szórást (pontosabban: 0,04 mGal szórású, Gauss típusú véletlen számokat) szuperponálunk a 10. ábrán szemléltetett, hibamentes  $g$  értékekre. Az inverzió eredményét a 11. ábra erősen nagyítva mutatja be, mert a helyes mélységadatokból való minimális eltérést a 9. ábra léptékében aligha lehetne bemutatni. (Figyelemre méltó, hogy az inverzió eredménye akkor is kielégítőnek minősíthető, ha az inverzió nem használja fel ismert adatokként a két közbülső, egyébként valójában ismert mélységadatot, ld. a 12. ábrát.)



11. ábra. A 0,04 mGal-nyi szórással szuperponált 10. ábrabeli  $g$  szelvény alapján elvégzett inverzió eredményei. Léptéknövelés volt szükséges a valóságos mélység-értékektől való (csaknem elhanyagolható) eltérések jobb szemléltetése érdekében [STEINER, TAKÁCS 1985 nyomán]

Fig. 11. Inversion results obtained on ground of the gravimetric profile given in Fig. 10 but with superimposed errors of 0.04 mGal. Enlarged scale was used to show better the (nearly negligible) deviations from the right depth-values [after STEINER, TAKÁCS 1985]



12. ábra. A 11. ábrán bemutatotthoz hasonló inverzió eredménye, csak itt két a priori ismert (a 9. ábrán nullkörökkel jelölt) mélységadatot is ismeretlennek tekintettünk

Fig. 12. Inversion results analogous to Fig. 11 but two a priori known depth-values (see the little circles in Fig. 9) were not taken into account

Minél finomabb hasábfelosztással dolgozunk, annál jogosabban tehetjük fel általános esetben (amikor tehát nincsenek előzetes ismereteink az invertálandó térrészre vonatkozóan) azt, hogy valamely hasáb sűrűsége a két szomszédos hasábsűrűség átlaga, akár a két vízszintes szomszédot, akár a felső és alsó érintkező hasábot vesszük is figyelembe. Ezt (vagy egyéb regularizáló feltevést) persze mindenképpen

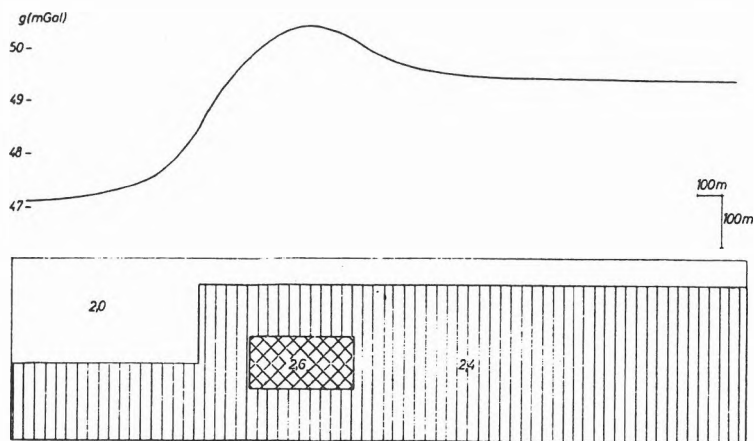
tennünk kell, hiszen most a gravitációs szelvény lényegesen kevesebb adatot tartalmaz, mint ahány elemi hasáb ismeretlennek tekintett sűrűségeit meghatározni kívánjuk. A fent megfogalmazott feltevés az esetek túlnyomó többségében összhangban van a geológiai realitásokkal; ugyanez a feltevés segítette a megoldáshoz a már idézett STEINER [1977]-ben is, amelyből az 1. és 2. ábrát átvettük.

Annak a megbízási szerződésként végzett munkának a keretében, amelyről STEINER, CSÓKÁS [1979] számol be, az ELTE két gravitációs szakemberének kifejezett kérésére a 13. ábrán látható sűrűségeloszlás szintén ott bemutatott  $g$  szelvénye alapján végeztük el a fentiekben ismertetett regularizáló feltétellel az inverziót, amely persze alapvetően folytonos sűrűségeloszlásra vezet, s így a sűrűségugrások kontrasztfelületeinek csak elmosódott képét várhatjuk. Az inverzió eredményét bemutató 14. ábra egyrészt elvárásainknál jobban adta vissza a 13. ábrán látható valódi sűrűségeloszlást, másrészt teljesen nyilvánvaló, hogy ilyen esetekben volna indokolt az inverziót a  $g$  adatoknak valamely más fizikai törvényszerűséget alkalmazó geofizikai módszer mérési adatrendszerével együttesen, szimultán módon elvégezni.

Az inverziós eljárások magva az  $\bar{y}_i$  (szelvény menti, síkbeli vagy térbeli) pontban mért ( $x_i$ ) és valamely (egyszerű formulával adott, de akár bonyolult iterációs eljárást jelentő), formálisan  $\xi(\bar{p}; \bar{y}_i)$ -sal számított  $\xi_i$  értékek  $x_i - \xi_i$  különbségeinek, azaz az  $X_i$ -vel jelölt eltérésrendszernek valamely statisztikai elv szerint az  $X_i$ -k összességére vonatkozóan elvégzett minimalizálása, azaz annak a paramétervektornak (paraméterértékek halmazának) a meghatározása, amelynél az elv szerinti extrémumfeltétel teljesül.

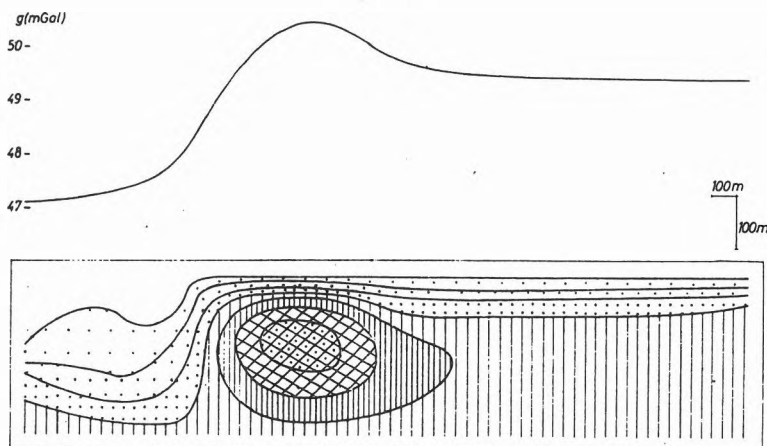
Az esetek túlnyomó többségében még ma is a több mint két évszázados „legkisebb négyzetek elve” szerinti

$$\sum_{i=1}^n X_i^2 = \text{minimum} \quad (7)$$



13. ábra. Sűrűségmodell és  $g$  szelvénye [STEINER, CSÓKÁS 1979 nyomán]

Fig. 13. 2D-model with its gravimetric profile [after STEINER, CSÓKÁS 1979]

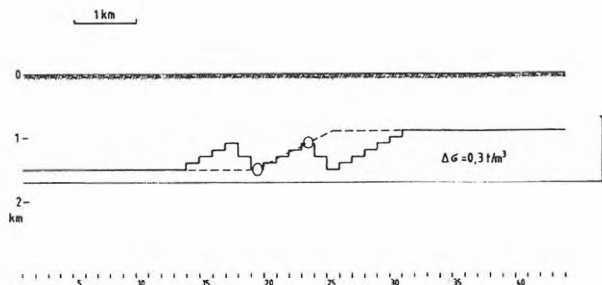


14. ábra. A 13. ábrabeli  $g$  szelvény inverziójának eredménye. A csatlakozó tértartományok kivételével minden elemi hasáb sűrűségét ismeretlennek tekintettük. Regularizációs célból feltettük, hogy minden hasáb sűrűsége azonos a szomszédos hasábok sűrűségének átlagával (mind vízszintes, mind függőleges irányban). Az eredmény közelítőleg, elsimítva adja vissza a 13. ábra sűrűségeloszlását. Jó lenne olyan „partner” eljárást találni, amellyel szimultán értelmezés lenne végrehajtható, hogy ne kizárólag a  $g$  értékek alapján kelljen invertálnunk

Fig. 14. Inversion of the  $g$ -profile given in Fig. 13. Besides surroundings the density of each elementary prism was supposed to be unknown. For regularization purposes the constraint was used that the density of every prism is equal to the average density value of the neighbouring ones (in both directions). The result shows an approximate (smoothed) character; it would be appropriate to find a ‘partner’ to make joint inversion and not to work exclusively on ground of the  $g$ -values

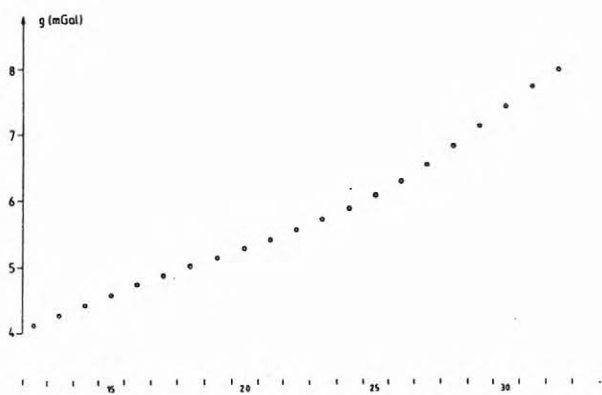
követelést teljesítő paraméterértékeket fogadják el a legmegbízhatóbbnak, holott egyetlen pillantás a bal oldali kifejezésre meggyőz bennünket arról, hogy az összesen  $n$  darab  $x_i$  közül néhány (vagy akárcsak egyetlenegy) durva hibával terhelt mérési adat (ún. outlier) teljesen eltorzíthatja az összeg, és ezen keresztül a végeredmények értékét, amit úgy szoktunk megfogalmazni, hogy a „least squares”-elvből levezetett eljárások nem rezisztensek. Még nagyobb





9. ábra. Inverziós vizsgálatokhoz elfogadott 2-D modell [STEINER, TAKÁCS 1985 nyomán]

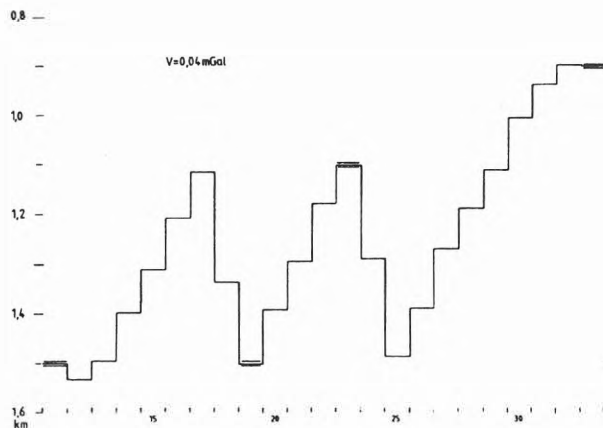
Fig. 9. The accepted 2-D model for inversion investigations [after STEINER, TAKÁCS 1985]



10. ábra. A 9. ábra modelljének megfelelő  $g$  szelvény [STEINER, TAKÁCS 1985 nyomán]

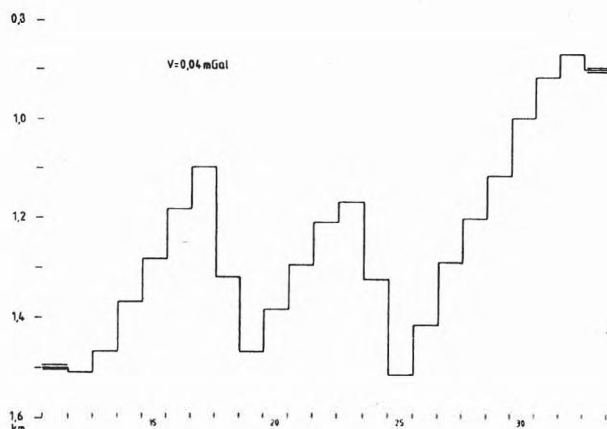
Fig. 10. Gravimetric profile belonging to the model given in Fig. 9. [after STEINER, TAKÁCS 1985]

gyenge felbontóképessége miatt nem utal a valós viszonyok lényegesen bonyolultabb voltára, amelyet viszont a CSERNYÁK, STEINER [1981] szerinti, start-modelltől független inverzióval akkor is kellő pontossággal kapunk vissza, ha kiindulásként 4 század mGalnyi szórást (pontosabban: 0,04 mGal szórású, Gauss típusú véletlen számokat) szuperponálunk a 10. ábrán szemléltetett, hibamentes  $g$  értékekre. Az inverzió eredményét a 11. ábra erősen nagyítva mutatja be, mert a helyes mélységadatokból való minimális eltérést a 9. ábra léptékében aligha lehetne bemutatni. (Figyelemre méltó, hogy az inverzió eredménye akkor is kielégítőnek minősíthető, ha az inverzió nem használja fel ismert adatokként a két közbülső, egyébként valójában ismert mélységadatot, ld. a 12. ábrát.)



11. ábra. A 0,04 mGal-nyi szórással szuperponált 10. ábrabeli  $g$  szelvény alapján elvégzett inverzió eredményei. Léptéknövelés volt szükséges a valóságos mélység-értékektől való (csaknem elhanyagolható) eltérések jobb szemléltetése érdekében [STEINER, TAKÁCS 1985 nyomán]

Fig. 11. Inversion results obtained on ground of the gravimetric profile given in Fig. 10 but with superimposed errors of 0.04 mGal. Enlarged scale was used to show better the (nearly negligible) deviations from the right depth-values [after STEINER, TAKÁCS 1985]



12. ábra. A 11. ábrán bemutatotthoz hasonló inverzió eredménye, csak itt két a priori ismert (a 9. ábrán nullkörökkel jelölt) mélységadatot is ismeretlennek tekintettünk

Fig. 12. Inversion results analogous to Fig. 11 but two a priori known depth-values (see the little circles in Fig. 9) were not taken into account

Minél finomabb hasábfelosztással dolgozunk, annál jogosabban tehetjük fel általános esetben (amikor tehát nincsenek előzetes ismereteink az invertálandó térrészre vonatkozóan) azt, hogy valamely hasáb sűrűsége a két szomszédos hasábsűrűség átlaga, akár a két vízszintes szomszédot, akár a felső és alsó érintkező hasábot vesszük is figyelembe. Ezt (vagy egyéb regularizáló feltevést) persze mindenképpen

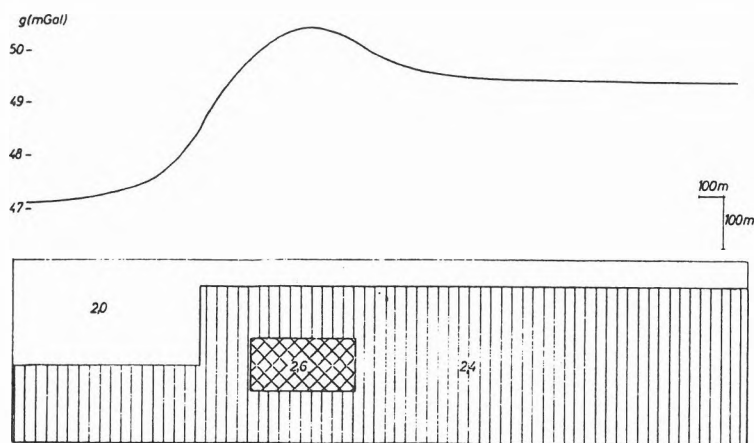
tennünk kell, hiszen most a gravitációs szelvény lényegesen kevesebb adatot tartalmaz, mint ahány elemi hasáb ismeretlennek tekintett sűrűségeit meghatározni kívánjuk. A fent megfogalmazott feltevés az esetek túlnyomó többségében összhangban van a geológiai realitásokkal; ugyanez a feltevés segített a megoldáshoz a már idézett STEINER [1977]-ben is, amelyből az 1. és 2. ábrát átvettük.

Annak a megbízási szerződésként végzett munkának a keretében, amelyről STEINER, CSÓKÁS [1979] számol be, az ELTE két gravitációs szakemberének kifejezett kérésére a 13. ábrán látható sűrűségeloszlás szintén ott bemutatott  $g$  szelvénye alapján végeztük el a fentiekben ismertetett regularizáló feltétellel az inverziót, amely persze alapvetően folytonos sűrűségeloszlásra vezet, s így a sűrűségugrások kontrasztfelületeinek csak elmosódott képét várhatjuk. Az inverzió eredményét bemutató 14. ábra egyrészt elvárásainknál jobban adta vissza a 13. ábrán látható valódi sűrűségeloszlást, másrészt teljesen nyilvánvaló, hogy ilyen esetekben volna indokolt az inverziót a  $g$  adatoknak valamely más fizikai törvényszerűséget alkalmazó geofizikai módszer mérési adatrendszerével együttesen, szimultán módon elvégezni.

Az inverziós eljárások magva az  $\bar{y}_i$  (szelvény menti, síkbeli vagy térbeli) pontban mért ( $x_i$ ) és valamely (egyszerű formulával adott, de akár bonyolult iterációs eljárást jelentő), formálisan  $\xi(\bar{p}; \bar{y}_i)$ -sal számított  $\xi_i$  értékek  $x_i$ - $\xi_i$  különbségeinek, azaz az  $X_i$ -vel jelölt eltérésrendszernek valamely statisztikai elv szerint az  $X_i$ -k összességére vonatkozóan elvégzett minimalizálása, azaz annak a paramétervektornak (paraméterértékek halmazának) a meghatározása, amelynél az elv szerinti extrémumfeltétel teljesül.

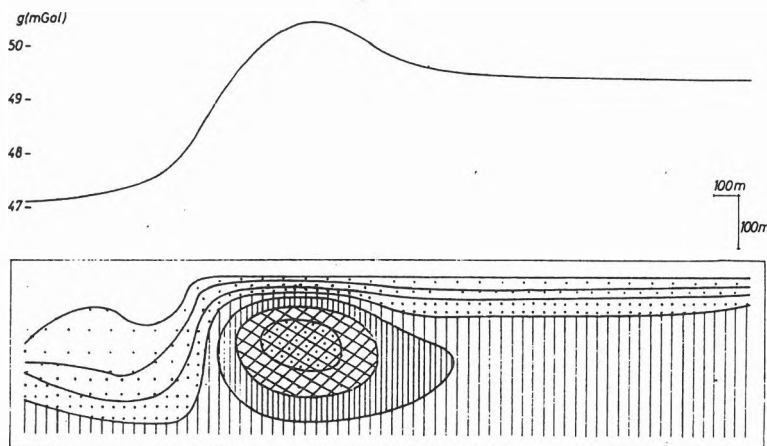
Az esetek túlnyomó többségében még ma is a több mint két évszázados „legkisebb négyzetek elve” szerinti

$$\sum_{i=1}^n X_i^2 = \text{minimum} \quad (7)$$



13. ábra. Sűrűségmodell és  $g$  szelvénye [STEINER, CSÓKÁS 1979 nyomán]

Fig. 13. 2D-model with its gravimetric profile [after STEINER, CSÓKÁS 1979]



14. ábra. A 13. ábrabeli  $g$  szelvény inverziójának eredménye. A csatlakozó tértartományok kivételével minden elemi hasáb sűrűségét ismeretlennek tekintettük. Regularizációs célból feltettük, hogy minden hasáb sűrűsége azonos a szomszédos hasábok sűrűségének átlagával (mind vízszintes, mind függőleges irányban). Az eredmény közelítőleg, elsimítva adja vissza a 13. ábra sűrűségeloszlását. Jó lenne olyan „partner” eljárást találni, amellyel szimultán értelmezés lenne végrehajtható, hogy ne kizárólag a  $g$  értékek alapján kelljen invertálnunk

Fig. 14. Inversion of the  $g$ -profile given in Fig. 13. Besides surroundings the density of each elementary prism was supposed to be unknown. For regularization purposes the constraint was used that the density of every prism is equal to the average density value of the neighbouring ones (in both directions). The result shows an approximate (smoothed) character; it would be appropriate to find a ‘partner’ to make joint inversion and not to work exclusively on ground of the  $g$ -values

követelést teljesítő paraméterértékeket fogadják el a legmegbízhatóbbnak, holott egyetlen pillantás a bal oldali kifejezésre meggyőz bennünket arról, hogy az összesen  $n$  darab  $x_i$  közül néhány (vagy akárcsak egyetlenegy) durva hibával terhelt mérési adat (ún. outlier) teljesen eltorzíthatja az összeg, és ezen keresztül a végeredmények értékét, amit úgy szoktunk megfogalmazni, hogy a „least squares”-elvből levezetett eljárások nem rezisztensek. Még nagyobb

hiányosság azonban az, hogy (még outlier-mentes esetet feltételezve is,) az eredmények pontossága csak a mérési hibák Gauss-típusa (normáeloszlása) esetén optimális, ettől a típustól távolodva, azaz a  $D$  növekedésével a statisztikai hatások azonban rohamosan csökken (ld. a STEINER et al. [1995] dolgozat 2. ábráján az  $L_2$ -vel jelölt görbét), azaz a „least squares”-elv *nem robusztus* (pontosabban elhanyagolhatóan kis robusztusságú) eljárásokra vezet általános esetben.

E sorok írója (STEINER [1965]-ben) mondta ki „a legnagyobb reciprokok” elvét, amely (a legegyszerűbb alakjában) a

$$\sum_{i=1}^n \frac{1}{S^2 + X_i^2} = \text{maximum} \tag{8}$$

extrémumkövetelésnek megfelelő paraméterértékeket javasolja elfogadni. Hogy ez az elv *rezisztens* (azaz outlier-érzékeny), az azonnal látható: az outlierekhez tartozó extrém nagy  $X_i$ -k gyakorlatilag nem befolyásolják az összeg értékét. Másrészt az elv törekszik arra, hogy minél nagyobb számban legyenek nagyon kicsiny  $X_i$  eltérések, mintegy minél jobb közelítést adva az ideális  $X_i \equiv 0$  követelés ( $i$ -től független) teljesítésének, amely követelés persze a mérési hibák és a modellnek a valóságtól minden esetben fennálló (akár csak minimális) eltérései miatt szigorúan sohasem teljesíthető. Ezt az ideális, de egzakt módon megvalósíthatatlan követelést jól közelítjük akkor is, ha a

$$\prod_{i=1}^n (S^2 + X_i^2) = \text{minimum} \tag{9}$$

feltételt (ha tetszik, a „legkisebb szorzatok elvét”) fogadjuk el statisztikai módszereink levezetésekor [STEINER 1988]. Mindkét esetben tehát a leszármaztatott módszerek többszörösen is megvalósítják azt a leggyakoribb érték (most frequent value: MFV) számításánál heurisztikusan megismert sajátosságot (ld. STEINER [1985], 24–26), hogy ti. a legegyszerűbb esetre (amikor tehát az  $x_i$ -k direkt mérések eredményeit jelentik egyetlen ismeretlenre) a kapott eredmény az  $x_i$ -k legjobban tömörödő részére esik, — csak az általános esetben (8) és (9) teljesülése a  $x_i$ -knek a  $\xi(\bar{p}, \bar{y})$  hiperfelület körüli tömörödését valószínűsíti meg. Indokolt tehát mind „a legnagyobb reciprokok”, mind a „legkisebb szorzatok” elvéből származtatott eljárásokat *MFV-módszereknek* nevezni, hiszen a leggyakoribb érték-

számítás alap gondolatának (ha tetszik, filozófiájának) felelnek meg.

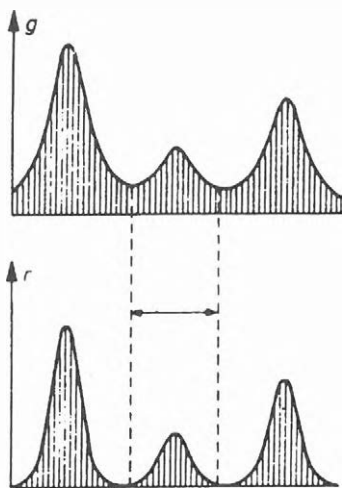
Az utóbbi két elvben szereplő, skálaparaméter jellegű  $S$ -ek értékei aszerint választandók az

$$\varepsilon^2 = 3 \cdot \sum_{i=1}^n \frac{X_i^2}{[X_i^2 + \varepsilon^2]^2} / \sum_{i=1}^n \frac{1}{[X_i^2 + \varepsilon^2]^2} \tag{10}$$

egyenletet (azaz a HAJAGOS, STEINER [1993] 111. oldalán levő, zérusra redukált alakban felírt formulát) kielégítő  $\varepsilon$ -ok, az ún. *dihéziók*  $k$ -sorosaiként a „legkisebb szorzatok” elvének kifejezésében, vagy  $k \cdot \sqrt{3}$ -sorosaiként „a legnagyobb reciprokok” elvében, hogy a hibaeloszlás típusát a II. táblázatban szereplők közül melyikhez várjuk közel állónak.

II. Táblázat		
A hibaeloszlástípus		Az alkalmazandó $k$ szorzótényező értéke
neve	sűrűségfüggvényének képlete standard esetben (ld. a Steiner ed. (1991) könyv végén levő nagy táblázat 1. sz. oszlopát)	
Jeffreys-típus	$f_j(x) = \frac{35}{32 \cdot \sqrt{1+x^2}}^9$	3
geostatistikus	$f_g(x) = \frac{3}{4 \cdot \sqrt{1+x^2}}^5$	2
Cauchy-típus	$f_c(x) = \frac{1}{\pi} \frac{1}{1+x^2}$	1
extrém súlyos szárnyú (long-tailed) típusok	$f_a(x) = \frac{\Gamma(a/2)}{\sqrt{\pi} \cdot \Gamma((a-1)/2) \cdot \sqrt{1+x^2}}^a$ , ahol $2 > a > 1$	$\frac{1}{2}$

Nem hagyható megemlítés nélkül, hogy a kétféle modern elv négyféle  $k$ -val való megvalósítása 8-féle MFV-lehetőséget jelent, amelyekhez az „eltérés-norma” egyszerű analitikus kifejezéseit a HAJAGOS, STEINER [1993] dolgozat 144. oldali táblázatában részletesen felírva találjuk meg. Hogy az elvekben szereplő kifejezések valóban az  $X_i$  eltérések összességét egyetlen adattal jellemző *normák* lehessenek, amelyeknek azután a minimumhelye szolgáltatja keresett ismeretleneinket, bizonyos átalakításokra volt szükség, olyanokra persze, amelyek érintetlenül hagyják az eredeti megfogalmazásból következő paramétervektort. A „legkisebb szorzatok elvének” megfelelő normákat (az elv *produktum* kifejezésére emlékeztető betűvel:  $P$ -vel jelöljük, a másik modern alapelvnek megfelelő normákat  $P^*$ -gal (a rendkívül hasonló viselkedés miatt). Az indexek arra utalnak, hogy a norma milyen hibaeloszlás típusnál működik optimálisan ( $P_J, P_C, P_{lt}$ , ill.  $P_J^*, P_C^*$  és  $P_{lt}^*$  a  $k=3, 1$  és  $1/2$  értékekre); az index hiánya  $k=2$ -nél ( $P$  ill.  $P^*$ ) arra utal, hogy ha semmit nem tudunk előre a



15. ábra. Laterálisan érzéketlen szűrők alkalmazásával szeparáltnak kezelhetővé (pl. invertálhatóvá) válhat egy olyan ható hatása is, amelynek  $g$ -hatására egyébként szeparálhatatlanul superponálódnak a szomszédos hatók gravitációs hatásai [STEINER ed. 1991 p. 227 nyomán]

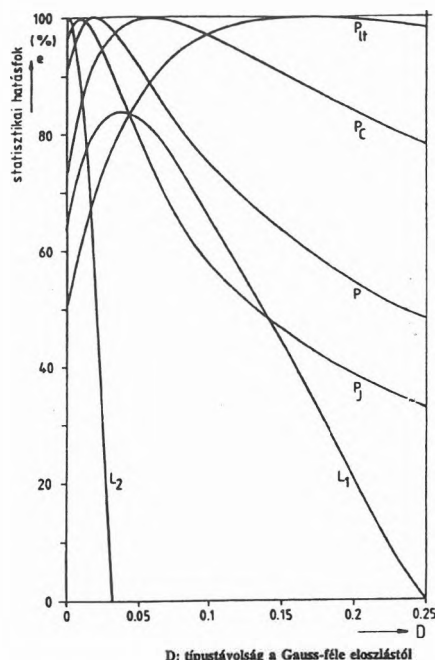
Fig. 15. If the gravitational filter is laterally insensitive, the filtered profile can show clear and separated such structures which  $g$ -profile is heavily distorted by the  $g$ -effects of the neighbouring structures [after STEINER ed. 1991 p. 227]

hibaeloszlás típusáról, ezeknek a normáknak az alkalmazását ajánljuk. A fentiekben idézett táblázat tartalmazza a legkisebb négyzetek elvének megfelelő

$L_2$ -norma  $\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i^2}$  kifejezését, valamint az  $L_1$ -nek

nevezett, legegyszerűbb alakú  $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |X_i|$  normát is. A

10-féle norma közül 6-nak a viselkedését, a STEINER et al. [1995] nyomán közölt 16. ábrán, a Gauss-típustól mért  $D$  típustávolság függvényében, a különböző normákhoz tartozó statisztikai hatásfok-görbék alapján tanulmányozhatjuk, ill. hasonlíthatjuk össze. A legkisebb négyzetek elvének megfelelő  $L_2$ -norma hatásfoka a  $D=0$ -nál (azaz a Gauss-típusnál) 100%-os ugyan, de megdöbbentő gyorsasággal csökken zérusra a  $D$  növekedésével, (azaz a Gauss-típustól távolodva), jelezve a klasszikus statisztika messze nem kielégítő voltát. Az  $L_1$ -norma görbét azért érdemes szemügyre vennünk, mert ezt a normát — mint legegyszerűbb alternatívát — a geofizikai gyakorlat már évek óta kezdi sikerrel alkalmazni: az  $L_1$  és  $L_2$  jelű görbék összehasonlítása után igazán nem meglepő, hogy a publikációk [KIS, AMRAN 1995] az  $L_1$  alkalmazásának előnyeit tapasztalják az  $L_2$ -vel összehasonlítva. Az  $L_1$  görbe maximuma azonban alig több 80%-nál, és a hatásfok zérusra csökken  $D \rightarrow 0,25$  esetén, amikor tehát extrém súlyú szárnyak jelentkeznek a hibaeloszlás sűrűségfüggvényében. A „legkisebb szorzatok” elvének megfelelő többi négy



16. ábra. Hatféle norma statisztikai hatásfokgörbéje a hibaeloszlás típusának a Gauss-típustól mért  $D$  típustávolságának a függvényében. A hagyományos 'least squares' elvnek megfelelő  $L_2$ -norma robusztusság szempontjából katasztrofálisan viselkedik. A „legkisebb szorzatok” modern elvéből származtatott (és az MFV-eljárásokra vezető)  $P_J$ ,  $P$ ,  $P_C$  és  $P_{It}$  normák hatásfoka  $D \rightarrow 0,25$ , azaz extrém súlyos szárnyak esetén sem tart a zérus érték felé, mind a négy hatásfokgörbe eléri a 100%-ot és végül az átlagos hatásfokok értéke is szignifikánsan nagyobb 50%-nál (a  $P_C$  hatásfoka pl. sehol sem csökken kerekén 74% alá). Mindezek nem mondhatók el az  $L_1$ -normával kapcsolatban, ilyen értelemben az  $L_1$  közbülső helyet foglal el a modern normák és a hagyományos  $L_2$ -norma között

Fig. 16. Curves of statistical efficiencies of six norms versus the type-distance ( $D$ ) of the type of the error-distribution in question from the Gaussian. The  $L_2$ -norm (corresponding to the classical principle of 'least squares') behaves catastrophically in point of view of the robustness. The efficiency curves of four norms  $P_J$ ,  $P$ ,  $P_C$  and  $P_{It}$  (corresponding to the modern principle of 'least products'), from which MFV-procedures can be derived, reach the  $e=100\%$  value, in case of  $D \rightarrow 0,25$  (i.e., if the flanks are very heavy) the efficiencies tend to acceptable finite values and the average efficiency for the whole type-range is significantly higher than 50% (the efficiency of  $P_C$  is never less than round 74%). Such statements can not be made for the  $L_1$ -norm and in this point of view  $L_1$  lies between the modern norms and the conventional  $L_2$ -norm

norma hatásfokgörbéje sohasem csökken zérusra, mindegyik eléri a 100%-os hatásfokot és mind a négy esetben szignifikánsan nagyobb a görbe alatti terület, — amely az általános robusztusság mérőszámaként fogadható el, — mint az  $L_1$ -normára meghatározott érték.



A STEINER [1965] a „legnagyobb reciprokok” elvének a (8) egyenletnél bonyolultabb (különböző mértékű hibákat is figyelembe vevő) alakját is közli, amit — némi átértelmezés után — így írhatunk fel:

$$\sum_{i=1}^{n_1} \frac{S_1^2}{S_1^2 + X_{1i}^2} + \sum_{i=1}^{n_2} \frac{S_2^2}{S_2^2 + X_{2i}^2} = \text{maximum} \quad , \quad (11)$$

ha az 1 és 2 indexekkel két eltérő geofizikai eljárást különböztetünk meg, amelyek  $\xi_1$ , ill.  $\xi_2$  függvényeire  $n_1$ , ill.  $n_2$  db  $x_{1i}$ , ill.  $x_{2i}$  mérési eredményünk van, és az  $S_1$ , ill.  $S_2$  skálaparamétereket az  $X_{1i}$ , ill.  $X_{2i}$  eltérésekből a (10) szerint meghatározott  $\varepsilon_1$ , ill.  $\varepsilon_2$  dihéziók szerint számítottuk. Ha  $H$ -féle geofizikai mérésünk van ugyanarra a területre, a (11)-nél általánosabb alakot kell persze felírunk:

$$\sum_{h=1}^H \sum_{i=1}^{n_h} \frac{S_h^2}{S_h^2 + X_{hi}^2} = \text{maximum} \quad . \quad (12)$$

A fenti feltételek (a  $\bar{p}_h$  val jelölt paraméterhalmazok, elsősorban a geometriai jellegűekre vonatkozó részhalmazok szükséges mértékű egybeesése esetén) nyilván együttes inverziót definiálnak, de — az immár gazdaságosan alkalmazható globális optimalizáló módszerek birtokában (ld. pl. SZÜCS [1995] folyamatábrát is megadó ismertetését) — nemcsak elvi szinten: (11), ill. (12) közvetlenül a szimultán interpretáció egy lehetséges algoritmusát szolgáltatja. A tomografikus inverzióknál szokásos térfelosztásokra gondolva, a fentiek alátámasztják azt, hogy helyes a gravitációs inverzió távolabbi célokat kitűző fejlesztésének lehetőségeit kutatva a továbbiakban is elemi térfelosztásokból kiindulni, amint azt a 8.—14. ábrákkal illusztrált esetekben is már megtettük.

## HIVATKOZÁSOK

- CSENYÁK L., STEINER F. 1981: Sűrűségkontraszt-felület meghatározása gravitációs térkép alapján. NME Közleményei, I. Sorozat, Bányászat **29**, 145–184
- HAGOS B., STEINER F. 1993: Determination of fault's position in mines using different norms in inversion. Annales Univ. Sci. Budapestensis, Sectio Geoph. et Met. **9**, 101–146
- HAGOS B., STEINER F. 1991: The  $P^*$ -norm. Acta Geod. Geoph. Acad. Sci. Hung. **26** (1-4), 153–182
- JUNG K. 1961: Schwerkraftverfahren in der angewandten Geophysik. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig
- KIS M., AMRAN A. 1995: Refrakciós időadatok, felületi hullám diszperziós adatok és egyenáramú geoelektromos adatok joint inverziója. Magyar Geofizika **36** (4), 289–296
- NAZARINHA RAO B., RAMAKRISHNA P., MARKANDEYULU A. 1995: GMINV: A computer program for gravity or magnetic data inversion. Computers & Geosciences **21** (2), 301–319
- STEINER F. 1965: Bouguer-térképek elemzése. Kandidátusi disszertáció. Kézirat. Miskolc, 80–94
- STEINER F. 1969: Die Zielsetzung einer allgemeinen quantitativen Methode in der Gravimetrie. Pure and Applied Geophysics **73** (2), 5–18
- STEINER F. 1972: Simultane Interpretation geophysikalischer Meßdatensysteme. Pure and Applied Geophysics **96** (4), 15–27
- STEINER F. 1977: Geológiai ismeretek figyelembevételével gravitációs és mágneses adatrendszer általános kvantitatív értelmezésében. NME Közleményei, I. sorozat, Bányászat **23**, 185–208
- STEINER F. 1985: Robusztus becslések. Egyetemi jegyzet. Tankönyvkiadó, Budapest
- STEINER F. 1988: Die Produktminimierung, als ein verallgemeinertes Ausgleichsprinzip. Publ. of the Techn. Univ. for Heavy Industry, Series A, Mining **44** (4), 241–248
- STEINER F. (ed.) 1991: The Most Frequent Value. Akadémiai Kiadó, Budapest
- STEINER F., CSÓKÁS J. 1979: Hegyvidéki graviméteres mérések feldolgozására és értelmezésére vonatkozó módszertani kutatások III. Jelentés. Kézirat. NME Geofizikai Tanszék, Miskolc
- STEINER F., HAGOS B., PÁSZTOR P. 1995: Curves of statistical efficiency vs type distance of generalized Student-types from the Gaussian. Acta Geod. Geoph. Acad. Sci. Hung. **30** (2-4), 285–291
- STEINER F., TAKÁCS E. 1985: Gravitációs modellszámítások. Jelentés. Kézirat. NME Geofizikai Tanszék, Miskolc
- STEINER F., ZILAHÍ-SEBESS L. 1988: Interpretation of Filtered Gravity Maps. Akadémiai Kiadó, Budapest
- SZÜCS P. 1995: Theoretical and practical consequences of the global optimization methods. Acta Geod. Geoph. Acad. Sci. Hung. **30**, 301–312
- VOZOFF K., JUPP D. L. B. 1975: Joint inversion of geophysical data. Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society **42**, 977–991

# Felszínközeli képződmények sűrűségének számítása gravimetriai adatokból (esettanulmány)<sup>1</sup>

KOVÁCSVÖLGYI SÁNDOR<sup>2</sup>

*Földtani és geofizikai szempontból egyaránt jól ismert kutatási területen próbáltunk ki különböző sűrűségszámítási eljárásokat. A legmegbízhatóbb eljárásnak a látszólagos sűrűség értékek számítása és statisztikai feldolgozása bizonyult. Ennek valószínű oka az, hogy az eljárás lehetőséget ad az adatoknak a jel/zaj viszonyt javító, de ugyanakkor objektív előválogatására. Az eljárás hátránya, hogy csak statisztikai feldolgozásra alkalmas adatmennyiség esetén használható.*

**S. KOVÁCSVÖLGYI: Density determination of near-surface formations based on gravity data — a case history**

*Different procedures for density determination were tested in an area well known both from geological and geophysical viewpoints. The calculation and statistical processing of apparent density data proved to be the most reliable procedure. The probable reason may be that this procedure allows an impartial pre-selection of data improving at the same time the signal-to-noise ratio as well. A drawback of the procedure is that it can only be used for a data quantity suitable for statistical processing.*

## Bevezetés

A felszínközeli képződmények sűrűségének ismerete két szempontból is fontos: egyrészt ez a paraméter önmagában is értelmezhető, földtani információt hordozó adat, másrészt a Bouguer-anomáliák számítása folyamán használt egyes korrekciókban szerepel, ezért hat a Bouguer-anomáliák értékére, így a gravimetriai anomáliák értelmezésére is. A gyakorlatban sűrűn előfordul, hogy a vizsgált területről nem rendelkezünk laboratóriumi mérésekkel, vagy sűrűség karotázson alapuló adatokkal, így a gravimetriai adatok további feldolgozásához szükséges sűrűség értéket magukból a gravimetriai adatokból kell meghatároznunk.

A Bouguer-anomália számítás közismert képlete szerint:

$$\Delta g_B = g - g_0 + (0,3086 - 0,0419\sigma)h + \sigma T \quad (1)$$

ahol  $\Delta g_B$  — a Bouguer-anomália,  $g$  — a mérésekből meghatározott nehézségi gyorsulás,  $g_0$  — a Föld normál tere,  $h$  — a pont magassága egy bizonyos

vonatkoztatási szinthez képest,  $\sigma$  — a pont szintje és a vonatkoztatási szint között települő képződmények sűrűsége,  $T$  — az  $1000 \text{ kg/cm}^3$  sűrűsége meghatározott domborzati korrekció.

A felszínközeli képződmények sűrűségét számító eljárások a fenti összefüggésen alapulnak. Különbözőségük abból ered, hogy eltérő módon próbálják megkerülni azt a problémát, hogy méréseinkből valójában nem ismerünk  $g=f(h)$  jellegű összefüggést, hiszen különböző pontokban mértünk, ezért a mért értékeket a földtani környezet is befolyásolja.

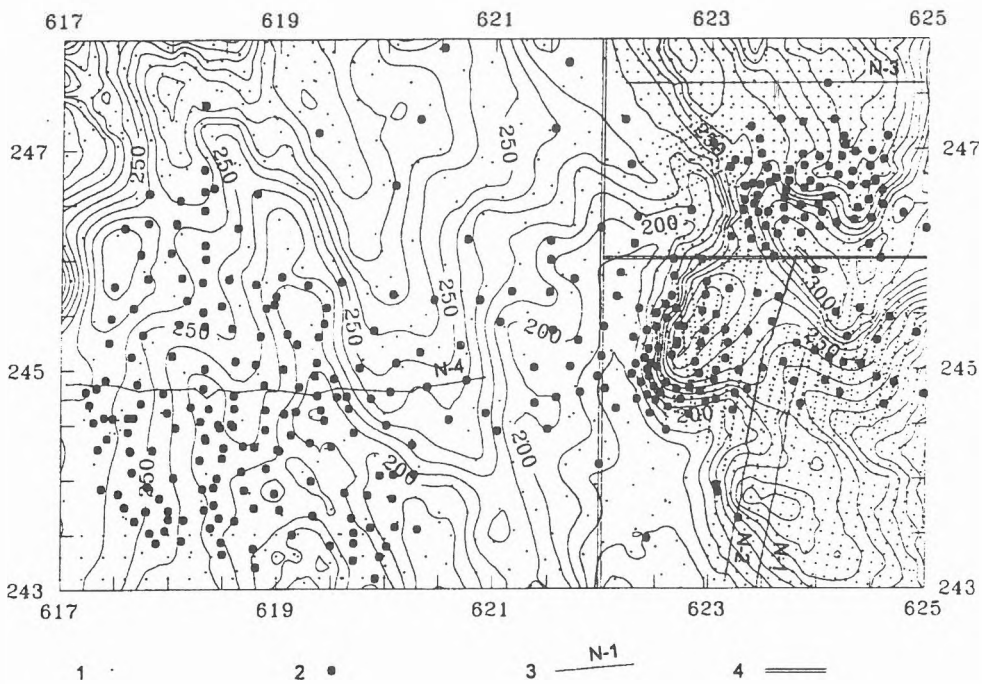
Esettanulmányunkban a Mátyás-Kelet—Zsámbék kutatási területen különböző módszerekkel végzett próbaszámításainkat mutatjuk be. A munka az OTKA T 7388 kutatási téma keretében készült.

A terület megkutatottsága az országban a legjobbak közé tartozik. Az 1. ábrán feltüntettük a domborzat szintvonalait, a gravimetriai állomások helyét, valamint a lemélyült több, mint 300 fúrást. Mind itt, mind a 2. ábrán (Bouguer-anomália térkép) feltüntettük a szelvény menti sűrűség meghatározásánál felhasznált szelvényeket, valamint a területi sűrűség meghatározásánál alkalmazott terület felbonthatást.

A nagyszámú fúrás rétegsora szerint a rétegsor felső 100—150 méterét, mely az adott domborzati viszonyok között a sűrűségszámítást befolyásolja, miocén-pleisztocén laza üledékek alkotják. 49 fúrás

<sup>1</sup>Beérkezett: 1996. április 26-án

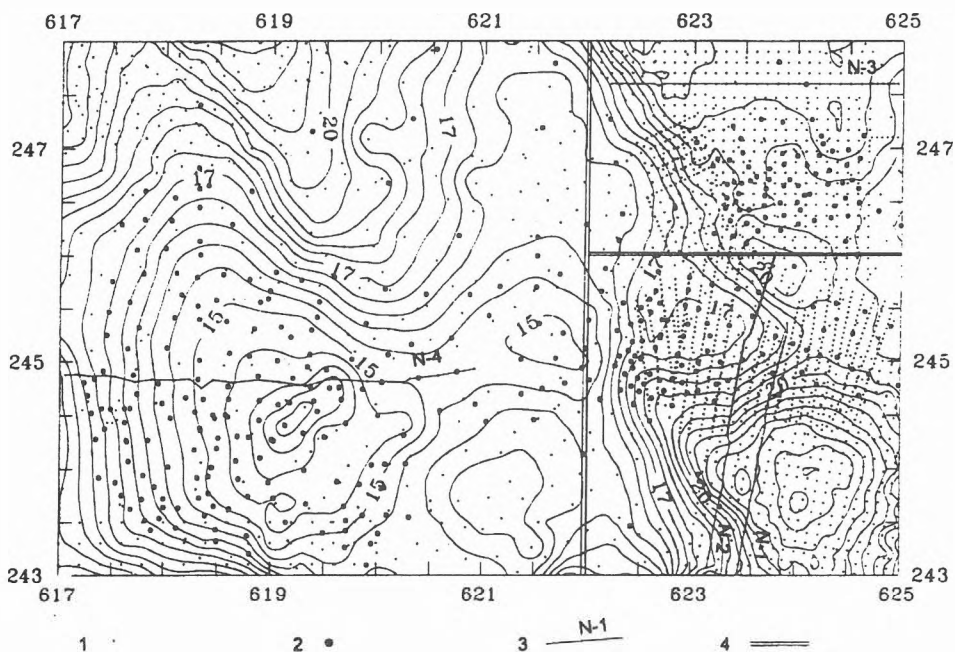
<sup>2</sup>Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, H-1145 Budapest, Kolumbusz u. 17-23.



1. ábra. A vizsgált terület domborzata. Jelmagyarázat: 1—gravitációs mérőspont; 2—mélyfúrás; 3—Nettleton-szelvény nyomvonala; 4—a részterületek határai. A koordináták EOV-ben és kilométerben értendők

Fig. 1. The topography of the surveyed area

Legends: 1—gravity measuring point; 2—drill hole; 3—location of the Nettleton profile; 4—boundaries of part-areas. Coordinates are given in km and in EOV system



2. ábra. Bouguer-anomália térkép. Jelmagyarázat: 1—gravitációs mérőspont; 2—mélyfúrás; 3—Nettleton-szelvény nyomvonala; 4—a részterületek határai. A koordináták EOV-ben és kilométerben értendők

Fig. 2. Bouguer anomaly map of the surveyed area

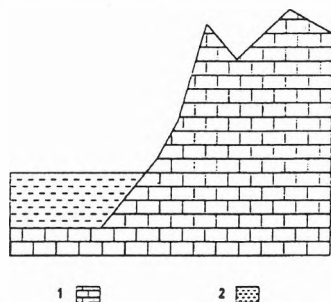
Legends: 1—gravity measuring point; 2—drill hole; 3—location of the Nettleton profile; 4—boundaries of part-areas. Coordinates are given in km and in EOV system

gamma-gamma sűrűség karotázs görbéje alapján ezen összlet átlagsűrűsége  $2130 \text{ kg/m}^3$ .

## 1. A Nettleton-módszer

A hazai gyakorlatban az ún. Nettleton-módszer a legelterjedtebb [NETTLETON 1939], a geofizikai tankönyvek is ezt tárgyalják [RENNER et al. 1970, MESKÓ 1989]. Az eljárást alkalmazva kiválasztott szelvény(ek) mentén különböző korrekciós sűrűséggel kiszámítjuk a Bouguer-anomáliákat, majd azok menetét összevetjük a topográfia változásával. Azt a korrekciós sűrűséget fogadjuk el helyesnek, amely mellett a Bouguer-anomáliák és a topográfia között nem tapasztalunk korrelációt. A pozitív korreláció a túl kicsire, míg a negatív korreláció a túl nagyra választott korrekciós sűrűség jele.

A módszer problémáit, melyekre már az eredeti Nettleton-cikk [NETTLETON 1939] is utal, a 3. ábra szemlélteti. A jobb oldalon lévő hegyoldalban nagy-sűrűségű alaphegységi képződmények bukkannak felszínre. A bal oldali völgyben ezeket bizonyos vastagságú kissűrűségű üledék fedi, így itt Bouguer-minimumot kell kapnunk, vagyis a domborzat és a



3. ábra. Elvi vázlat a Nettleton-módszer problémájának szemléltetésére. Jelmagyarázat: 1—nagy sűrűségű alaphegységi képződmények; 2—kis sűrűségű fiatal üledékek

Fig. 3. Principal sketch for illustrating the problem of the Nettleton method. Legends: 1—high density basement formations; 2—young sediments of low density

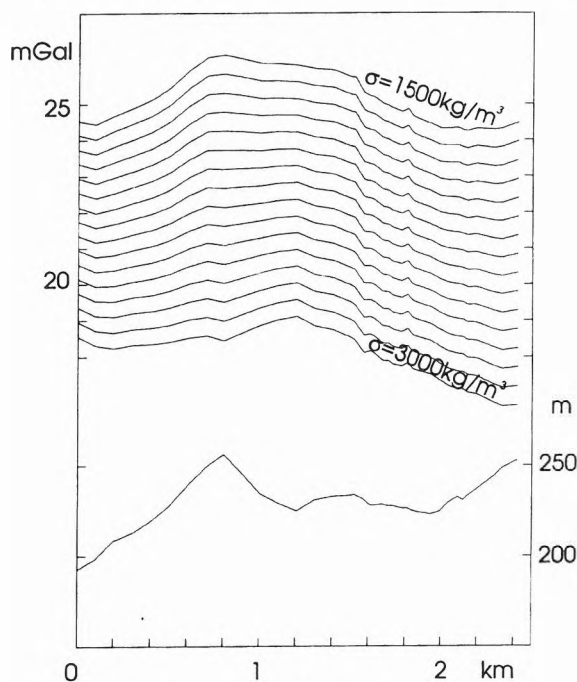
topográfia közötti korreláció teljes mértékben indokolt, így a Nettleton-módszer mechanikus alkalmazása hibás következtetéshez vezethet.

Elfogadva, hogy a nagy völgy felett helyes korrekciós sűrűség mellett minimumot kapunk, a Nettleton-módszert úgy is alkalmazhatjuk, hogy csak a felszín kisebb egyenetlenségeit vizsgáljuk (példánkban a jobb oldali hegy kisebb mélyedéseit). Ez esetben azonban el kell döntenünk, hogy mely formákat tekintjük „nagy”-nak, és melyeket „kicsi”-nek, de ahhoz azért elégséges méretűnek, hogy a gravitációs anomáliákat befolyásolják.

Meg kell jegyezni, hogy a 3. ábra csak egy igen egyszerű esetet tárgyal. A természetben a legkülönbözőbb földtani eredetű gravitációs anomáliák bonyolítják a Bouguer-anomália — topográfia összefüggést.

A próbaterületen 4 szelvény mentén számítottunk Bouguer-anomáliákat az  $1500\text{--}3000 \text{ kg/m}^3$  korrekciós sűrűség intervallumra (4—7. ábrák), a paraméter értékét  $100 \text{ kg/m}^3$ -rel változtatva.

Az N-1 szelvényen (4. ábra) megfigyelhető, hogy a Bouguer-anomália maximum  $1500 \text{ kg/m}^3$  mellett a  $0,7 \text{ km}$ -nél található kiemelkedésre esik, majd a sűrűséget növelve, fokozatosan elcsúszik az  $1,2 \text{ km}$ -nél található völgy felé. Mivel azonban a teljes kiemelkedést és a süllyedést egyaránt magába foglaló  $0,5 \text{ km}\text{--}2 \text{ km}$  szakasz (a szelvény hosszához képest) regionális Bouguer-maximumnak tekinthető, nehéz meghatározni azt a konkrét sűrűség értéket, amely-



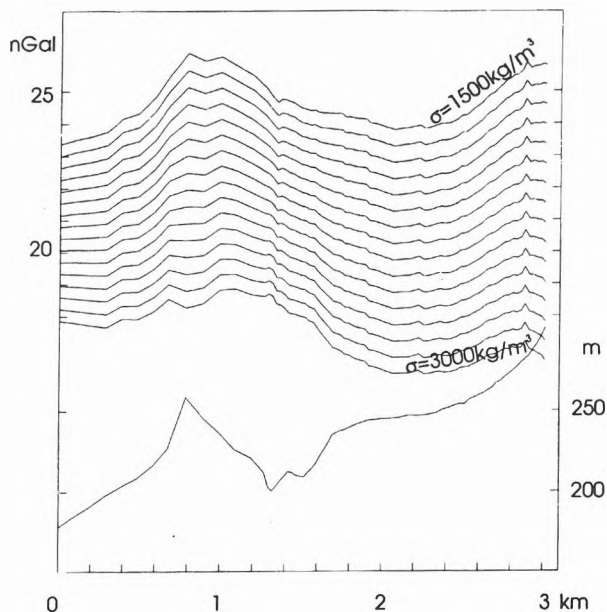
4. ábra. Az N-1 Nettleton-szelvény

Fig. 4. Nettleton profile N-1

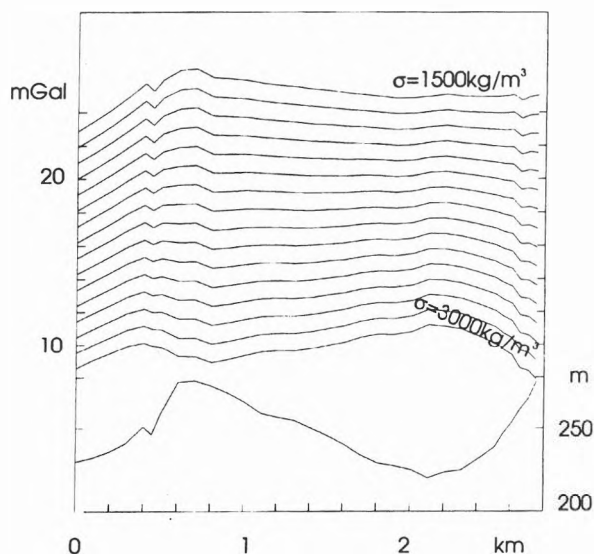
nél a topográfia hatása a legkevésbé érzékelhető,  $1800 \text{ kg/m}^3$  és  $2200 \text{ kg/m}^3$  között bármelyik érték megfelelőnek tűnik.

Az N-2 szelvény (5. ábra) az N-1-gyel párhuzamosan, attól mintegy  $400 \text{ méterre}$  húzódik. A méréseket feltehetően az előző szelvényen tapasztaltnál nagyobb zaj terheli, így a topográfia okozta változások, úgy tűnik, gyakorlatilag a zajszintbe esnek. Ha a zajt figyelmen kívül hagyjuk, megállapítható, hogy a  $0,75 \text{ km}$ -nél található kiemelkedés okozta Bouguer-maximum csak  $2400 \text{ kg/m}^3$  sűrűség





5. ábra. Az N-2 Nettleton-szelvény  
Fig. 5. Nettleton profile N-2



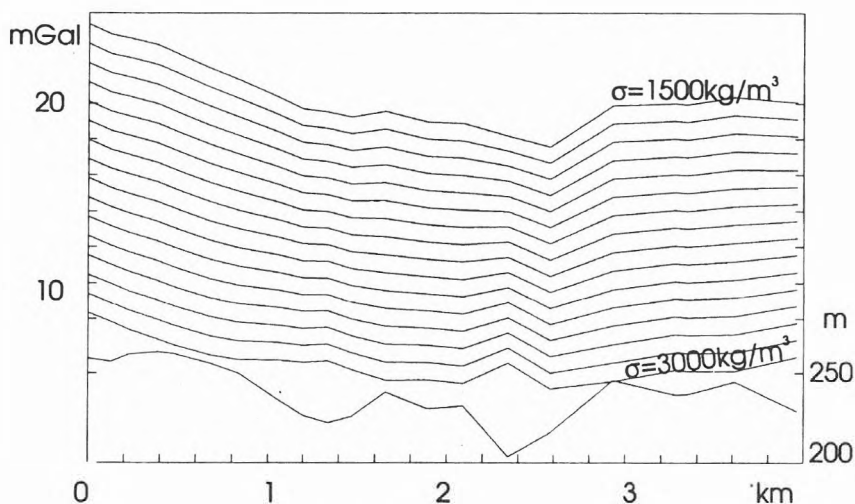
6. ábra. Az N-3 Nettleton-szelvény  
Fig. 6. Nettleton profile N-3

mellett tűnik el, míg  $2200 \text{ kg/m}^3$  mellett már megjelenik az 1,2–1,7 km szakaszon található völgygel antikorreláló, kissé emelkedő Bouguer-anomália. A szelvény alapján így  $2300 \text{ kg/m}^3$ -re becsülhető sűrűség azonban soknak tűnik úgy az igen közel fekvő N-1 szelvényen tapasztaltakhoz képest, mint az itt felszínközeli települő oligocén-pliocén korú üledékekre ismert sűrűség értékekhez képest.

Az N-3 szelvényen (6. ábra) a 0,5–0,8 km szakaszon látható kiemelkedés hatása a  $2300 \text{ kg/m}^3$ -nél kisebb korrekciós sűrűséggel számolt görbékben megfigyelhető, azonban a 2,0–2,5 km szakasz völgyével antikorreláló Bouguer-maximum már  $1900 \text{ kg/m}^3$  sűrűség-nél kimutatható. A Nettleton-módszer mechanikus alkalmazása azt sugallná, hogy a szelvény két végén található felszínközeli képződmények sűrűsége akár több száz  $\text{kg/m}^3$ -rel is eltérhet egymástól, ez azonban a földtani viszonyok ismeretében aligha képzelhető el.

Az N-4 szelvényen (7. ábra) az adatsűrűség ugyan kisebb az előzőeknél, de a nagyobb szelvényhossz miatt a sűrűség itt több topográfiai elem alapján becsülhető. A 0,2–1,0 km kö-

zötti dombbal antikorreláló Bouguer-anomália csökkenés  $2300 \text{ kg/m}^3$  sűrűségnél még nem látható, az 1,35 km-nél található völgygel már  $1900 \text{ kg/m}^3$  sűrűség mellett kimutatható az antikorreláció. Az 1,65 km-nél található csúcs hatása  $2300 \text{ kg/m}^3$  és  $2600 \text{ kg/m}^3$  sűrűségek között nem mutatható ki. A 2,35 km-nél található völgy hatása már  $1800 \text{ kg/m}^3$  sűrűség mellett megjelenik. A 2,9 km-nél található csúccsal a  $2500 \text{ kg/m}^3$ -nél kisebb sűrűséggel számolt görbék korrelálnak.



7. ábra. Az N-4 Nettleton-szelvény  
Fig. 7. Nettleton profile N-4

Mint látható, a Nettleton-módszer alkalmazásával kapott eredmények szórása igen nagy. A legtöbb vizsgált topográfiai elem esetében azt tapasztaltuk, hogy 3-4 Bouguer-anomália görbe is körülbelül egyformán rossz korrelációt mutat — ez eleve 300–400 kg/m<sup>3</sup> bizonytalanságot jelent —, ráadásul a szomszédos elemnél a rossz korreláció gyakran egészen más sűrűségek mellett mutatható ki. A próbaterületen elért pontosság pusztán a felszínközeli képződmények földtani térképszerű hozzávetőleges ismerete és korábbi összefoglaló munkák [SZÉNÁS 1965] táblázatai alapján is elérhető.

## 2. Területi Nettleton-módszer

A szelvény menti Nettleton-módszert területre is általánosíthatjuk. Ez esetben azt a korrekciós sűrűséget tekintjük helyesnek, amely mellett a vizsgált területen a Bouguer-anomáliák és a vonatkoztatási szinthez viszonyított magasság közötti korrelációs együttható értéke 0. A szelvény menti eljárásához képest nyilvánvaló előnyt jelent, hogy az eredmények nem függenek a topográfiai elem kiválasztásától, ugyanakkor az eljárás automatizmusának megfelelően a sűrűség meghatározás folyamata már nem tartható kézben, a kiértékelő gyakran csak az eredményként kapott „hihetetlen” értékekből értesül arról, hogy a ténylegesen földtani eredetű anomáliák nem tették lehetővé a helyes sűrűség meghatározást. És ez még kedvező esetben tekinthető, hiszen ellentétes esetben a kapott eredmény „hihető” volta még semmi garanciát nem jelent helyes voltára.

A vizsgált területen a módszer helyesnek tekinthető 2100 kg/m<sup>3</sup> eredményt adott. Felmerül a kérdés, hogy a képződmények ismert sűrűségének viszonylagos állandósága mellett a számításokból kapott eredmények mennyire stabilak a területen belül. Ennek vizsgálatára a területet az y=622 koordináta vonal mentén, ahol a felmérés is jelentősen változik, kettévágtuk, majd a jobban felmért keleti területet ismét ketté. Az egyes részterületekre kapott számítási eredményeket az I. táblázat tartalmazza.

Terület	Sűrűség (kg/m <sup>3</sup> )	adatszám
Teljes	2100	2242
Nyugati fél	3030	417
Keleti fél	1880	1825
Északkeleti negyed	2420	651
Délkeleti negyed	1670	1174

I. táblázat. Területi Nettleton-eljárással kapott felszínközeli sűrűség értékek

Mint a táblázat mutatja, az eredmények továbbra is esetlegesek, nem megbízhatóak. A kapott értékek nagyjából felölelik Magyarország közeteinek teljes sűrűség érték tartományát, jöllehet a terület kicsi, a földtani felépítés, a képződmények hasonlóak. A szelvény menti eljárásban tapasztalt topográfiai elemenkénti különbözőség itt némileg rejtve, területenkénti különbözőségként jelentkezik.

## 3. A Parasznisz-eljárás

Az (1) képlet a következő módon is felírható:

$$g_B = g_f + (T - 0,0419h)\sigma \quad (2)$$

ahol  $g_f$  az ún. gravitációs free-air anomália (csak normáltér- és tiszta magassági korrekcióval számolva).

Így a sűrűség és a Bouguer-anomália között lineáris a kapcsolat. Valamely kezdő sűrűség értékre a Bouguer-anomáliákat kiszámítva a tényleges sűrűség és a számításnál használt sűrűség különbségét a Bouguer-anomália és a hozzájuk tartozó  $(T - 0,0419h)$  mennyiségekre számított regressziós egyenes iránytangenseként kapjuk ([MUDRECOVA 1981], eredeti hivatkozás [PARASZNISZ 1965]). Jöllehet a leírás erre nem tér ki, de az eljárás nyilván iteratív, a kapott sűrűségkülönbséggel a kezdő értéket korrigáljuk, majd az így kapott értékkel Bouguer-anomáliát számolva a procedúrát megismétljük egészen addig, amíg a kapott különbségek elhanyagolhatóan kicsik lesznek.

A számításokat a területi Nettleton-eljárás vizsgálatánál alkalmazott felbontásban végeztük, az eredményeket a II. táblázat mutatja.

Terület	Sűrűség (kg/m <sup>3</sup> )
Teljes	2120
Nyugati fél	2990
Keleti fél	1870
Északkeleti negyed	2440
Délkeleti negyed	1700

II. táblázat. Parasznisz-eljárással kapott felszínközeli sűrűség értékek

A kapott eredmények a területi Nettleton-eljárással kapott számokhoz igen közeliak, az ott kifejtett kételyek természetesen itt is érvényesek.

#### 4. Látszólagos sűrűség számítása

Két gravitációs állomás megfelelő adatait az (1) képletbe behelyettesítve, és az egyenletrendszert a sűrűsége kifejezve a két állomás közötti látszólagos sűrűségként definiálható a következő paraméter:

$$s_1 = \frac{\Delta g - \Delta g_0 + 0,3086 \Delta h}{0,0419 \Delta h - \Delta T} \quad (3)$$

A paraméterek jelentése megfelel az (1) képletnek, a  $\Delta$  azt jelenti, hogy a két állomásra meghatározott érték különbségével kell számolni.

Maga a paraméter irodalomból régóta ismert [MUDRECOVA 1981], a „látszólagos” jelzőt az egyéb geofizikai analógiák alapján használjuk. A látszólagos sűrűséget akkor lehetne a két állomás közötti térrész sűrűségének, esetleg egy bizonyos átlagsűrűségének tekinteni, ha a pontok között nem lenne tényleges (földtani eredetű) Bouguer-anomália különbség. Ez a feltétel azonban csak ritkán teljesül, így biztosak lehetünk abban, hogy a (3) alapján meghatározott látszólagos sűrűség értékek a mérések pontatlanságából eredő hibákon túlmenően is gyakorlatilag mindig eltérnek a tényleges sűrűségtől. Így az egyedi számítások által kapott értékek feltehetően nem értelmezhetők, azokból nem szerkeszthető térkép stb. Felmerül azonban annak a lehetősége, hogy nagy mennyiségű adattal dolgozva statisztikusan helyes értéket kaphatunk, hiszen a pontpárok közötti tényleges Bouguer-anomália különbség, amely a sűrűség számításban zajként jelentkezik, egyaránt lehet pozitív és negatív irányú.

A (3) szerinti számítás elvileg bármely pontpárra elvégezhető. Gyakorlati szempontból azonban bizonyos megszorításokat célszerű alkalmazni. Minél kisebb ugyanis a két pont közötti távolság, annál kevésbé valószínű, hogy jelentős a pontok közötti tényleges Bouguer-anomália különbség. Minél nagyobb a pontok közötti magasságkülönbség, annál számottevőbb ennek a sűrűségtől függő tényezőnek

a hatása a mért nehézségi erő különbség kialakulásában, azaz annál inkább sikerül elnyomni a tényleges Bouguer-anomália különbség hatását. A feltételek kialakítása folyamán persze arra is gondolni kell, hogy a látszólagos sűrűség csak statisztikusan értelmezhető, így az előválogatás után megfelelő számú pontpárnak kell maradnia.

Kísérletünkben a távolságot 300 méterben maximumtunk, és legalább 10 méteres magasságkülönbség esetén számoltunk. Összesen 18 840, a feltételeket kielégítő pontpárt találtunk, ezekre elvégeztük a számítást, majd a szokásos területi felbontás szerint vizsgáltuk az eredményeket. A számított látszólagos sűrűség értékek relatív gyakoriságát  $100 \text{ kg/m}^3$  széles sávokra meghatároztuk, és hisztogramokon ábrázoltuk (8. ábra).

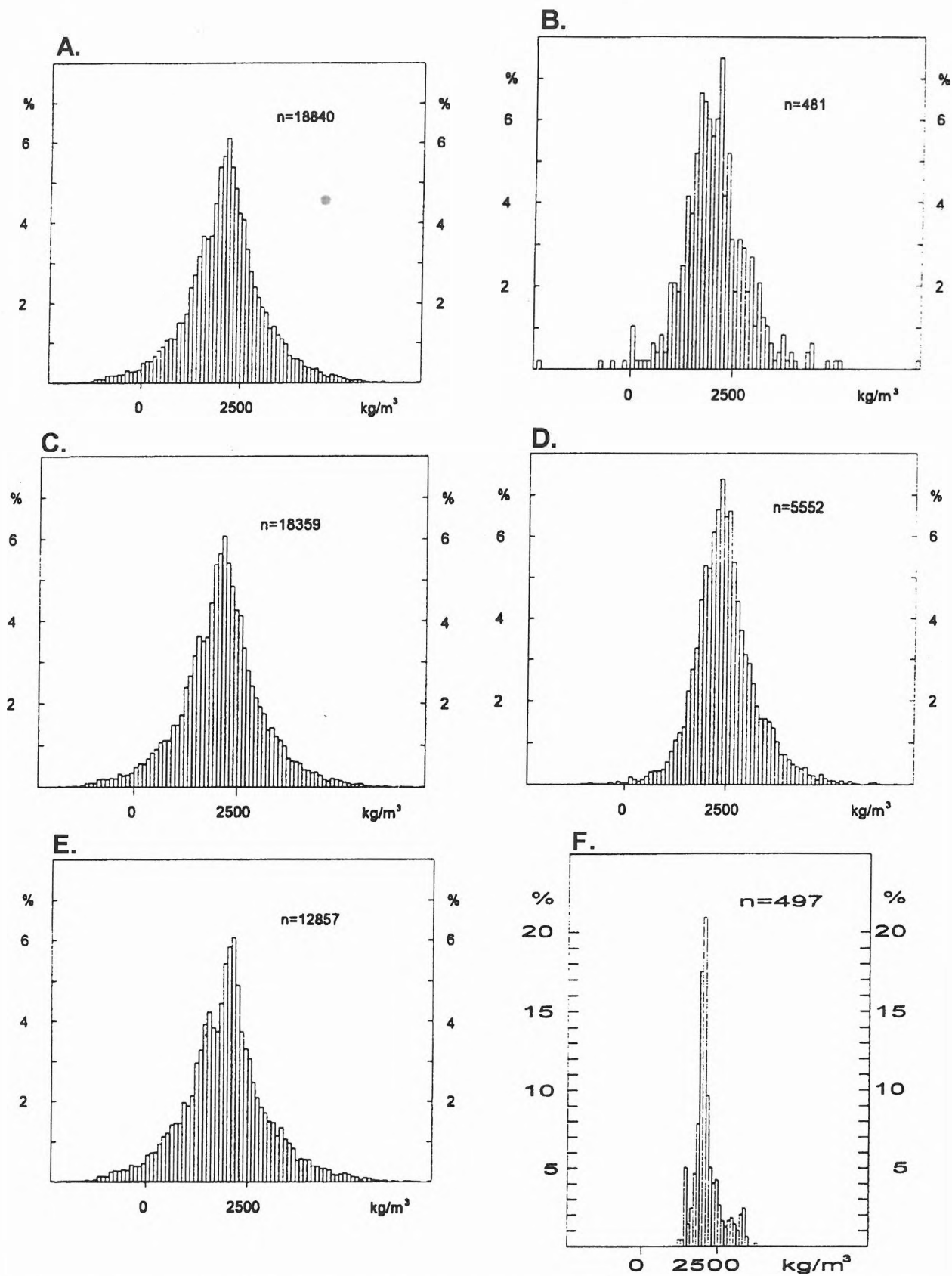
A várakozásnak megfelelően a látszólagos sűrűség értékek szórása nagy, tekintélyes részük kívül esik a „hihető” tartományon. Ezzel együtt valamennyi hisztogram jól kifejezett gyakoriság maximumot mutat valahol  $2000\text{--}2300 \text{ kg/m}^3$  között, és nagy gyakoriságok csak a maximum körüli értékekre fordulnak elő. A nyugati terület rész hisztogramja alakjában is eltér a többitől, de itt sokkal alacsonyabb az adatszám (481 pontpár).

A csoportokra átlagot, és — tekintetbe véve a nem feltétlenül szimmetrikus eloszlást, és a kiugró értékeket — leggyakoribb értéket (most frequent value, ld. [STEINER 1990]) számítottunk. Egy javítási kísérlet keretében a csoportokból kiemeltük az  $1500\text{--}2700 \text{ kg/m}^3$  közötti, önkényesen kiválasztott „hihető” tartományba eső értékeket, és azokra új számításokat végeztünk.

Az eredményeket a III. táblázat tartalmazza. Mint látható, a csoportok között jóval kisebb különbséget tapasztalunk, mint az eddig vizsgált módszerek esetében. A szórás tovább csökken, ha csak a „hihető” értékekkel számolunk, ez esetben a teljes terület  $2080 \text{ kg/m}^3$ -es átlaga mellett a részterületek átlagai  $2000$  és  $2150 \text{ kg/m}^3$  között változnak. Az átlagok és a leggyakoribb értékek kevés eltérést mutatnak.

	Minden számított értékre			„Hihető” értékre		
	adatszám	átlag	MFV	adatszám	átlag	MFV
Teljes terület (8a. ábra)	188840	2020	2010	10095	2080	2070
Nyugati fél (8b. ábra)	481	1930	1860	282	2000	1960
Keleti fél (8c. ábra)	18359	2020	2010	9813	2080	2070
Északkeleti negyed (8d. ábra)	5552	2360	2280	3554	2150	2170
Délkeleti negyed (8e. ábra)	12807	1870	1860	6259	2040	2020

III. táblázat. A látszólagos sűrűség átlagos és leggyakoribb értékei  $\text{kg/m}^3$ -ben



8. ábra. Látszólagos sűrűség értékek hisztogramjai. a—teljes vizsgálati terület; b—nyugati területrész; c—keleti területrész; d—északkeleti területrész; e—délkeleti területrész; f—teljes vizsgálati terület,  $\Delta h > 50$  m

Fig. 8. Histograms of apparent density values. a—total surveyed area; b—western part-area; c—eastern part-area; d—north-western part-area; e—south-eastern part-area; f—total surveyed area,  $\Delta h > 50$  m



#### 4. Látszólagos sűrűség számítása

Két gravitációs állomás megfelelő adatait az (1) képletbe behelyettesítve, és az egyenletrendszert a sűrűsre kifejezve a két állomás közötti látszólagos sűrűségként definiálható a következő paraméter:

$$s_1 = \frac{\Delta g - \Delta g_0 + 0,3086 \Delta h}{0,0419 \Delta h - \Delta T} \quad (3)$$

A paraméterek jelentése megfelel az (1) képletnek, a  $\Delta$  azt jelenti, hogy a két állomásra meghatározott érték különbségével kell számolni.

Maga a paraméter irodalomból régóta ismert [MUDRECOVA 1981], a „látszólagos” jelzőt az egyéb geofizikai analógiák alapján használjuk. A látszólagos sűrűséget akkor lehetne a két állomás közötti térrész sűrűségének, esetleg egy bizonyos átlagsűrűségének tekinteni, ha a pontok között nem lenne tényleges (földtani eredetű) Bouguer-anomália különbség. Ez a feltétel azonban csak ritkán teljesül, így biztosak lehetünk abban, hogy a (3) alapján meghatározott látszólagos sűrűség értékek a mérések pontatlanságából eredő hibákon túlmenően is gyakorlatilag mindig eltérnek a tényleges sűrűségtől. Így az egyedi számítások által kapott értékek feltehetően nem értelmezhetők, azokból nem szerkeszthető térkép stb. Felmerül azonban annak a lehetősége, hogy nagy mennyiségű adattal dolgozva statisztikusan helyes értéket kaphatunk, hiszen a pontpárok közötti tényleges Bouguer-anomália különbség, amely a sűrűség számításban zajként jelentkezik, egyaránt lehet pozitív és negatív irányú.

A (3) szerinti számítás elvileg bármely pontpárra elvégezhető. Gyakorlati szempontból azonban bizonyos megkorlátásokat célszerű alkalmazni. Minél kisebb ugyanis a két pont közötti távolság, annál kevésbé valószínű, hogy jelentős a pontok közötti tényleges Bouguer-anomália különbség. Minél nagyobb a pontok közötti magasságkülönbség, annál számottevőbb ennek a sűrűségtől függő tényezőnek

a hatása a mért nehézségi erő különbség kialakulásában, azaz annál inkább sikerül elnyomni a tényleges Bouguer-anomália különbség hatását. A feltételek kialakítása folyamán persze arra is gondolni kell, hogy a látszólagos sűrűség csak statisztikusan értelmezhető, így az előválogatás után megfelelő számú pontpárnak kell maradnia.

Kísérletünkben a távolságot 300 méterben maximumáltuk, és legalább 10 méteres magasságkülönbség esetén számoltunk. Összesen 18 840, a feltételeket kielégítő pontpárt találtunk, ezekre elvégeztük a számítást, majd a szokásos területi felbontás szerint vizsgáltuk az eredményeket. A számított látszólagos sűrűség értékek relatív gyakoriságát  $100 \text{ kg/m}^3$  széles sávokra meghatároztuk, és hisztogramokon ábrázoltuk (8. ábra).

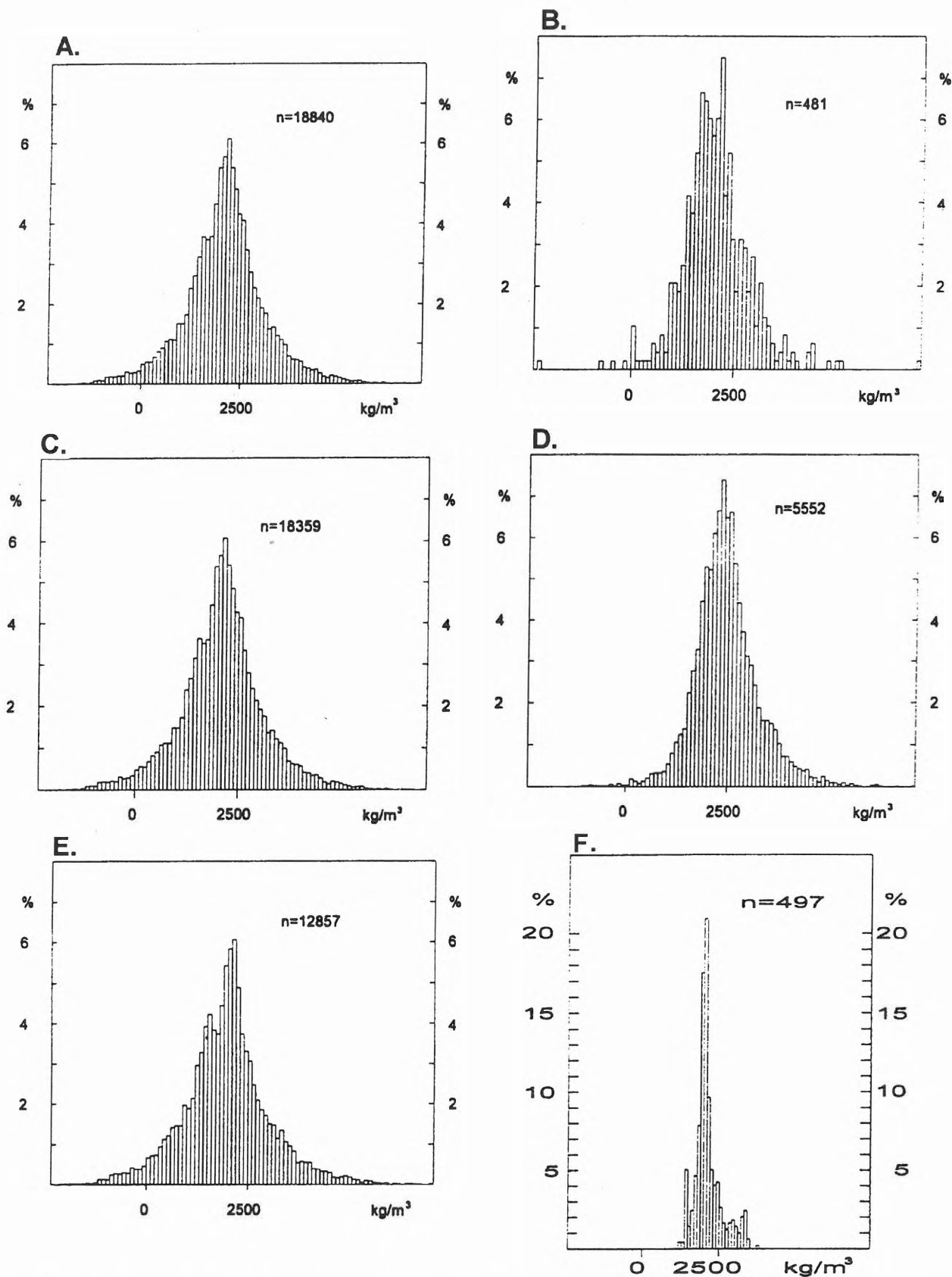
A várakozásnak megfelelően a látszólagos sűrűség értékek szórása nagy, tekintélyes részük kívül esik a „hihető” tartományon. Ezzel együtt valamennyi hisztogram jól kifejezett gyakoriság maximumot mutat valahol  $2000\text{--}2300 \text{ kg/m}^3$  között, és nagy gyakoriságok csak a maximum körüli értékekre fordulnak elő. A nyugati területrészt hisztogramja alakjában is eltér a többitől, de itt sokkal alacsonyabb az adatszám (481 pontpár).

A csoportokra átlagot, és — tekintetbe véve a nem feltétlenül szimmetrikus eloszlást, és a kiugró értékeket — leggyakoribb értéket (most frequent value, ld. [STEINER 1990]) számítottunk. Egy javítási kísérlet keretében a csoportokból kiemeltük az  $1500\text{--}2700 \text{ kg/m}^3$  közötti, önkényesen kiválasztott „hihető” tartományba eső értékeket, és azokra új számításokat végeztünk.

Az eredményeket a III. táblázat tartalmazza. Mint látható, a csoportok között jóval kisebb különbséget tapasztalunk, mint az eddig vizsgált módszerek esetében. A szórás tovább csökken, ha csak a „hihető” értékekkel számolunk, ez esetben a teljes terület  $2080 \text{ kg/m}^3$ -es átlaga mellett a részterületek átlagai  $2000$  és  $2150 \text{ kg/m}^3$  között változnak. Az átlagok és a leggyakoribb értékek kevés eltérést mutatnak.

	Minden számított értékre			„Hihető” értékre		
	adatszám	átlag	MFV	adatszám	átlag	MFV
Teljes terület (8a. ábra)	188840	2020	2010	10095	2080	2070
Nyugati fél (8b. ábra)	481	1930	1860	282	2000	1960
Keleti fél (8c. ábra)	18359	2020	2010	9813	2080	2070
Északkeleti negyed (8d. ábra)	5552	2360	2280	3554	2150	2170
Délkeleti negyed (8e. ábra)	12807	1870	1860	6259	2040	2020

III. táblázat. A látszólagos sűrűség átlagos és leggyakoribb értékei  $\text{kg/m}^3$ -ben



8. ábra. Látszólagos sűrűség értékek hisztogramjai. a—teljes vizsgálati terület; b—nyugati területrész; c—keleti területrész; d—északkeleti területrész; e—délkeleti területrész; f—teljes vizsgálati terület,  $\Delta h > 50$  m

Fig. 8. Histograms of apparent density values. a—total surveyed area; b—western part-area; c—eastern part-area; d—north-western part-area; e—south-eastern part-area; f—total surveyed area,  $\Delta h > 50$  m

További kísérletet végeztünk annak vizsgálatára, hogy nagyobb minimális magasságkülönbség megválasztása mennyiben befolyásolja a számítások eredményét. 20 méteres minimális magasságkülönbség esetén lényeges változást nem tapasztaltunk. 50 méteres minimális magasságkülönbség mellett (8f. ábra) már egyáltalán nincsenek  $1000 \text{ kg/m}^3$ -nél kisebb, illetve  $4000 \text{ kg/m}^3$ -nél nagyobb látszólagos sűrűség értékek, és a minták 48%-a három, egyenként  $100 \text{ kg/m}^3$  széles sávba esik. Az átlag- és leggyakoribb értékeket a IV. táblázat tartalmazza. (A IV. táblázat első sora természetesen azonos a III. táblázat első sorával.)

jektivitástól mentes, hiszen egységes és csupán a jel/zaj viszony javítását szolgálja. Az előselejtezésen kívül utólagos válogatást is alkalmaztunk, mely tovább javította az eredmények megbízhatóságát. Az utólagos válogatás konkrét paramétereinek megválasztása ugyan szubjektív volt, a reális tartományon kívül eső értékek figyelmen kívül hagyása, mint módszer azonban indokoltnak tekinthető, hiszen az irreális sűrűség érték annak a biztos jele, hogy az adott pontok között jelentős a tényleges Bouguer-anomália különbség, így azok sűrűségszámításra nem alkalmasak.

Az eljárás további előnye, hogy számítógépes

	Minden számított értékre			„Hihető” értékre		
	adatszám	átlag	MFV	adatszám	átlag	MFV
$\Delta h > 10 \text{ m}$	188840	2020	2010	10095	2080	2070
$\Delta h > 20 \text{ m}$	6905	2120	2060	4653	2080	2070
$\Delta h > 50 \text{ m}$	497	2150	2030	407	2060	2030

IV. táblázat. A látszólagos sűrűség átlagos és leggyakoribb értékei  $\text{kg/m}^3$ -ben

A táblázat adatai szerint a „hihető” értékekből számított átlagos és leggyakoribb látszólagos sűrűség érték a minimális magasság 20 méterre emelésével nem változott. 50 méteres minimális magasságkülönbség esetén részint drasztikusan csökkent a pontpárok száma, részint jelentősen változott a terület reprezentativitása, hiszen a 497 értékből 440 a délkeleti területre esik. Ennek ellenére a „hihető” értékekből számított átlag- és leggyakoribb értékek csak kismértékben változtak, az előző jóval nagyobb adatszámú mintákhoz képest.

## Összefoglalás

A vizsgált eljárások közül csak a látszólagos sűrűség számítás módszere szolgáltatott megbízható adatokat, a további három módszer mindegyike esetleges, indokolatlanul változékonnyal eredményeket adott. Ennek oka feltehetően az, hogy a látszólagos sűrűség számítás módszere a többivel ellentétben lehetővé teszi az adatok gyors, automatikus előselejtezését. Az alkalmazott előselejtezés korrekt és szub-

megvalósítása igen egyszerű.

## HIVATKOZÁSOK

- MESKÓ A. 1989: Bevezetés a geofizikába. Tankönyvkiadó, Budapest
- MUDRECOVA E. A. (Ed.) 1981: Gravirazvedka. Nyedra, Moszkva
- NETTLETON L. L. 1939: Determination of density for reduction of gravimeter observations. Geophysics **4**, 176–183
- PARASZNISZ D. Sz. 1965: Principi prikladnoj geofiziki. Mir, Moszkva
- RENNER J., SALÁT P., STEGENA L., SZABADVÁRY L. 1970: Geofizikai kutatási módszerek III. Felszíni geofizika. Tankönyvkiadó, Budapest
- STEINER F. 1990: A geostatistika alapjai. Tankönyvkiadó, Budapest
- SZÉNÁS Gy. 1965: A geofizikai térképezés földtani alapjai Magyarországon. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet Évkönyve, II. kötet

# *A magyar ércgeofizika története*

## *Felszíni vasérc- és szulfidosérc-kutatás*

Magyarországon a középkorban jelentős nemesfém- és rézércbányászat folyt, ennek, valamint a helyi jelentőségű kis vasércbányáknak a nyomai sok helyen megtalálhatók középhegységeink területén. Ipari értékű vasérctelepeink az Északi-középhegység tektonikusan kiemelt, erősen megdolgozott triász összletéhez kötöttek. A rudabányai vasércvonulat (Uppony—Rudabánya—Martonyi) legnagyobb bányája, Rudabánya, a 600 éves észak-magyarországi királyi bányavárosokhoz tartozik, a középkorban virágzó ezüst- és rézércbányászattal. Az újkorban a vasérc bányászata lett a meghatározó, az 1960—70-es években érte el a kitermelés a maximumát, mintegy 750 000 tonnát. Későmagmás (endogén) titánvasérc fordul elő a Bükk hegységben, Szarvaskőnél, egy 25 km hosszú gabbró-diabáz-peridotit összletben. Kisebb vasérctelepek a Mecsek hegységben, sőt a Balaton tó—Velencei-hegység között a szabadbattyáni Kőszárhegyen is előfordulnak trachidolerit-mész- és érintkezésnél, illetve karbonátos kőzetek (gránitos?, andezites?) metasomatizálásának eredményeként.

Szulfidos érctelepeink túlnyomó része a belső kárpáti neoid érctartományba tartozik, a Börzsöny, Mátra és a Tokaj-hegység miocén andezites, az ÉK-Mátra Recsk környéki és a K-velencei-hegységi eocén andezit vulkanizmushoz kötődve [VIDACS 1966]. Többnyire szubvulkáni hidrotermális poli-metalikus telepek, jellemző hasznos fémek a Pb, Zn, Ag, Au, Cu, Sb.

A Szepes-Gömöri Érc-hegység-Balaton-felvidéki fillitvonulat paleozoós ércprovinciájába tartozik a Velencei-hegységi gránithoz kötött pneumatolitos-hidrotermális ércesedés és a szabadbattyáni, ma már leművelt metasomatikus ércesedés.

Szulfidos ércek kitermelése a Mátrában Gyöngyösorosi (Pb, Zn), Recsk (Cu, Au, Ag), a Velencei-hegységben Pátka (Pb, Zn, fluorit), Szabadbattyán (Pb, Ag) környékén folyt az utóbbi évtizedekig, de mára már valamennyi ércbánya, beleértve az átmenetileg színesérceket (Cu, Pb, Zn) is termelő rudabányai vasércbányát is, beszüntette működését. Egyedül a recski mélyszerinti ércesedés szkarnos dús ércecs részét tartják jelenleg kitermelésre érdemesnek, amelyre koncessziós rendszerben, külföldi részvétellel bányatársaság szerveződik.

A geofizikai érc kutatás hazai kifejlődését az 1920-as évektől a szűkös nyersanyag-ellátási lehetőségek, az 50-es, 60-as években erőltetett iparosítás és az autarkia, a 70-es, 80-as években pedig a szocialista országok piacaira, expedíciós tevékenységekre is számító geofizikai műszer- és módszerfejlesztés ösztönözte. Utóbbit elősegítette az 1968-ban bevezetett új gazdasági mechanizmus, amely lehetővé tette a széleskörű intézményes és személyes szakmai kapcsolatteremtést, felhasználta az érdekeltségi hajtóerőt.

### **1. Kezdeti direkt érc kutatási próbálkozások (1922—1955)**

Ezt az időszakot a földmágneses mérésekre alapozott vasérc kutatás és a Turam-, valamint a természetes potenciál (PS) mérésekre alapozott színesérckutatás jellemzi. A földmágneses érc kutatás kezdeteiről HAÁZ I. B. részletesen beszámolt a Magyar Geofizikusok Egyesülete 1955. márciusi ankétján.

Az Uppony—Rudabánya—Bódva-völgyi vasércvonulatokon a Magyar Állami Vasgyárak kezdeményezésére már 1922-től végeztek földmágneses méréseket nagyobb tömegű vasérc-előfordulás reményében.

1922-ben Tornakápolna, Répáshuta és Uppony vidékén FEKETE J. és SZECSÓDY M. tájékoztató méréseket végzett, ennek keretében Tornakápolna mellett jelentékeny mágneses anomáliákat talált. 1924-ben PEKÁR D. és SZECSÓDY M. kiterjedtebb és részletesebb vizsgálatai rávilágítottak arra, hogy a próbafúrás egy tekintélyes, 2 km széles anomália vonulat Ny-i szárnyára települt, aminek a hatója valószínűleg nem vasérc, hanem nagyobb mélységben levő, nagy kiterjedésű eruptívum. A tornakápolnai próbafúrás 532 m-ig nem érte el ezt a határt, mészkövet és alul 6 m gipszréteget fúrt át.

Ugyancsak az 1924. évi mérések az elhagyott osztramosi Flórián bánya felett azt mutatták, hogy a vasérc-előfordulás mágneses hatása rövid darabon, 200—300 m-en belül teljesen lejátszódik. Ezért a továbbiakban ilyen rövid távolságra kiterjedő mágneses hatásokat igyekeztek kimutatni. 1925-ben PEKÁR D., majd 1930-ban SZECSÓDY M. irányításával vasgyári mérnökök végeztek a Bódva völgyében mágneses méréseket, de vasércbányászati szempont-



ből eredménytelenül, mert a szórványos kis anomáliák, ha vasércet jelentenének is, kiaknázásra alkalmatlan kis tömegűek, mert a környéken bányászott vasérc alig mutatott mágnesezettséget.

1936-ban Pátka vidékén ismert mágnesevasérc nyomokon érzékeny variométerekkel rendszeres földmágneses mérést végeztek. A vasérc hatástalan, az anomáliák főleg az andezitekől származtak [FEKETE J. 1939]. Nézsa vidéki vasérc-előforduláson Eötvös-féle transzlatométerrel határozták meg a limonitos vasércminták szuszceptibilitását. A korábbi mérések csak a vízszintes térerősség mérésére szorítkoztak, 1938-ban a MAVAG megbízta a Geofizikai Intézetet a függőleges térerősség változásainak meghatározására is a rudabányai vasércvonulat és a Bódva-völgy körzetében. A vízszintes és a függőleges térerősség szelvény menti mérései mellett meghatározták a környező vasérc típusok, eruptívumok és néhány anomáliás mellékkőzet, pl. a werfeni pala szuszceptibilitását. E pala szuszceptibilitása a tornaszentandrás vasércének a kétszerese. A bódvarákói, perkupai nagy számértékű anomáliákat kis kiterjedésű, felszínközeli, a tornakápolnai és komjáti anomáliákat pedig mélyebb, nagyobb kiterjedésű, egyaránt legalább  $2000 \times 10^{-6}$  C.G.S. szuszceptibilitású mágneses tömegek okozhatják. A limonit és sziderit minták mágnesezettsége egy nagyságrenddel kisebbnek bizonyult. A rudabányai vasérc-előforduláson a talált anomáliák kicsinyek, általában 100 gamma alattiak. A DNy-i limonit testek felett szabályos anomáliát, más vasérc testeken hatástalanságot tapasztaltak. Az É-i részen kutatófúrás 24 m mélységben 45 m vastag vasércréteget harántolt (limonit, ankerit, sziderit).

Már 1938-ban geoelektromos szondázásokkal egészítették ki a rudabányai méréseket. SCHMID R. Wenner-elrendezéssel határozta meg a főbb kőzetek fajlagos ellenállását. Ennek alapján állították, hogy a bódvarákói és komjáti mágneses maximumok nem lehetnek vasérczel kapcsolatosak.

A kérdés eldöntésére a maximumokra fúrásokat javasoltak. Pontosabb fúráskitűzés érdekében 1949-ben részletesebb mérések történtek horizontális és vertikális magnetométerrel. A bódvarákói maximumra számított függőleges falszerű ható tetőrésszére kitűzött fúrás 6 m mélységben magnetit tartalmú nátron gabbrót ért el és igazolta a számítás helyességét.

Szabadbattyán környéki elektromos galenit kutató mérésekről számol be FEKETE J., JENEY I. [1939]. Wenner-féle 4-elektrodás ellenállásmérést alkalmaztak elankeritesedett mészkő repedéseiben lévő galenit telérek és fészkek felszínről, tárból való kö-

vetésére. Állandó ellenállás térképet szerkesztettek, de a fedő agyag és ankerites mészkő ellenállás-csökkentő hatását nem lehetett kiszűrni. A pannon fedővel eltakart érces alaphegység helyzetére 1949-ben Eötvös-inga mérésekből, majd 1950-ben refrakciós szeizmikus mérések eredményeiből kívántak következtetni. A szerkezetkutatásra visszavezetett, fúrástervezést elősegítő közvetett érckutatásnak ez az első több módszerű hazai példája. A refrakciós szelvényhálózat mérése svéd, 24 csatornás szeizmikus mérőberendezéssel történt. Izohipszatérképet szerkesztettek és felhasználták a határsebességeket az aljzatfelszín képződményeinek jellemzésére.

Tudatos szerkezetkutató gravitációs mérésorozat történt vasérc kutatás érdekében az 50-es évek elején a Rudabánya—Uppony környékén ismert paleozoósmezozoós képződmények közti összefüggések felderítésére SZILÁRD J. [1955] beszámolója szerint. A vető kimutatására különösen alkalmas Eötvös-inga mérésekből származó gradiensek és görbületi adatok mellett a graviméter mérés  $\Delta g$  értékeiből szerkesztett izogal térképet együttesen ábrázolták.

A gravitációs mérések jelentős eredménye egy összefüggő tektonikai vonal kimutatása, amely Rudabányától ÉK-re még távolabbról kezdődik, DNy felé a Darnó-vonalban folytatódik a K-Mátra vulkáni tömege alá.

E szerkezeti vonal kiemelt aljzatú oldalán, a Bükk-hegység Ny-i részén Szarvaskő környékén KOMÁROMY [1953, 1955] nagy volumenű földmágneses  $\Delta Z$  és helyenként  $\Delta H$  érckutató térképezéssel kutatta a gabbró-diabáz-peridotit összetételben keletkezett, a Denevér-tárolóban már ismeretes wehrlit (titanomagnetit) előfordulás kiterjedését, illetve további előfordulásait  $50 \text{ km}^2$  területen. A kis léptékű besűrítéssel kimutatott anomáliákat hatószámítással, mintavételezéssel, majd fúrásokkal számos helyen vizsgálták.

1951-ben JANTSKY B. érckutatói eredményeivel a Velencei-hegység vidékének kutatása nagyobb lendületet vett, az érckutatás a vasércről a színesércek kutatására terelődött át. A Székesfehérvár—Pázmánd közti nagyarányú földmágneses mérések már elsősorban az érchozó magmás kőzetek elterjedésére, mágneses sajátosságaik megismerésére, fedett területeken a hatószámításokra, illetve az anomáliák közettani azonosítására irányultak. Már 1949-ben FACSINAY L. kimutatta, hogy a gránitnak a környezethez képest mérhető hatása nincs.

Bebizonyították, hogy a gránit K-i és D-i szegélyén levő nagy anomáliák az eocén andezitekhez kötődnek. Felhívták a figyelmet a Cseplek hegyen ismeretes hidrohematit andezittel egyező mágneses tulajdonságára.

Az 50-es évek elején az érc kutatás előmozdítására igyekeztek megtalálni a legeredményesebben alkalmazható geoelektromos módszert és eszközt. A svéd gyártmányú Slingram és Turam berendezéssel kísérleti méréseket végeztek a Velencei-hegységben, a recski Lahóca-hegyen és Gyöngyösoroszi környékén. A Turam módszerű mérések az adott felépítésű szegény érces tömzsök, kvarcos telérek esetén nem bizonyultak alkalmasnak.

A természetes potenciál (PS) kísérleti mérések a Velencei-hegység keleti kaolinos, pirites andezit területén eredménytelennek, a recski lahóca-hegyi tömzsös érc területen biztatónak, Nagyborzsöny-nél és Rózsabánya környékén kifejezetten eredményesnek bizonyultak. Itt két jelentős negatív PS anomáliát kaptak, az egyik a Felső Rózsabányából ismert szulfidos érc tömzsnek felelt meg, a másikat vizsgálatra javasolták.

## **2. Szerkezetkutató és gerjesztett polarizációs (GP) módszeregyüttes kialakulása a recski mélyszinti érc kutatás összefoglalásáig (1972)**

Ebben az időszakban az ország áttekintő földmágneses mérése befejeződött. Az áttekintő földmágneses felvételezést 1951 és 1961 között végezték el, az ELGI kiadta Magyarország földmágneses térképét és a földmágneses hatók áttekintő térképét 1:500 000 méretarányban.

POSZGAY K. [1967] 1962-ben megjelent hatótérképének kibővített földtani értelmezését adja *A magyarországi földmágneses hatók áttekintő vizsgálata* címmel. A hatótérképen feltüntette a hatók mélységét, korát, dőlését és szuszceptibilitását.

Kiadták nyomtatásban a földmágneses  $\Delta Z$  izoanomália térképet 200 ezres térképsorozatként is.

1965–69 között a Mecseki Ércbánya Vállalat (MÉV) és a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet (ELGI) elvégezte a hegyvidéki területek légi radiológiai (U, Th, K) és légi mágneses felvételezését 250 m szelvénytávolsággal. A MÉV a hasadóanyagok, az ELGI a légi mágneses ( $\Delta T$ ) mérések kiértékelését végezte.

Befejeződött Magyarország áttekintő, átlagosan 1 állomás/km<sup>2</sup> részletességű gravitációs felmérése, a Bouguer-anomália térképet 200 ezres térképlapokon kiadták.

Mindez nagymértékben elősegítette az érc kutatások tervezését, értelmezését. A műszerezettség (hazai műszerépítés) és módszertanilag fokozatosan fejlődő geoelektromos VESZ és refrakciós szeizmikus mérés a klasszikus gravitációs-mágneses mé-

résekkel együtt komplex szilárdásvány-kutatási együttest alkotott a 60-as–70-es években.

A geofizikai érc kutatásba bányavállalatok megbízásából bekapcsolódott a Mecseki Ércbánya Vállalat (MÉV) a Velencei-hegység és a Rudabányai-hegység körzetében. Ugyancsak a Rudabányai-hegységben végzett felszínközeli komplex érc- és szerkezetkutató méréseket a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem (NME), elsősorban földmágneses és geoelektromos ellenállás mérésekkel.

Az ELGI 1956. évi recski gerjesztett potenciál kísérleti méréseivel fokozatosan bevezetődött a vulkáni hegységek GP kutatása. Laboratóriumi közetmintákon, majd ismert szulfidos érc területeken és -indikációkon végzett mérésekkel, célműszerek építésével kísérletezték ki a mérési és kiértékelési-értelmezési módszertant, választották ki a GP módszerű érc kutatásra alkalmas területeket. Megállapították a hintett eres felszínközeli tömzsös recski energitulzonit-pirit összetételű érc típus gerjeszthetőségét, a teléres ércesedés kimutatási feltételeként pedig a telérkísérő széles pirithintés szükségességét (K-Mát-ra, Nyírjes). Refrakciós szeizmikus mérésekkel kísérelték meg a recski rézérces andezittufa elterjedésének megállapítását, majd az andezites-üledékes összlet mélyfeküjéből kapott refrakciós beérkezések alapján az alaphegységig terjedő szeizmikus szerkezetkutatást 1958–60-ban. A Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) a régóta bányászott, nagyrészt leművelt felszínközeli ércvagyon pótlására földtani térképezéssel és mélyfúrásokkal próbált újabb területeket bevonni a kutatásba. A kutatást irányító VIDACS A. geológus érc földtani és szeizmikus adatok alapján feltételezte, hogy a felszínközeli impregnációs ércesedés egy mélyebb szintről mobilizált dúsabb érc telep hírnöke. A Lahócától DK-re telepített Recsk V. számú fúrás 1961-ben az amfibolandezit alaphegységi fekéjében 780 m-ben elérte a dús érces, polimetallikus Pb, Zn, Cu, Ag hidrotermális metasomatikus ércesedést. Ez az eredmény a mélyszinti ércesedés kutatására ösztönözte az érc kutatókat nemcsak Recsk-Parádfürdő környékén, hanem más vulkáni hegységi érc területeinken is.

Különösen nagy lökést adott a mélyszinti érc kutatásnak számos Recsk környéki polimetallikus érces mélyfúrás után az 1967-ben 1020 m-ig lemélyített Rm-16 fúrás szubvulkáni andezitjében levő tömeges, hintett („porfíros”) kalkopirit (Cu, Mo) érc típus felismerése.

Közben más érc területeken is előrehaladás történt.

A Velencei-hegység ÉNy-i peremén 1962-ben refrakciós szelvényekkel derítették fel a gránit és karbon palaköpenye érintkezési vonalát, neogén

alatti domborzatát. Konstatálva a nagy vastagságban mállott gránit kis határsebességét, sebességtérképet szerkesztettek, elősegítve a gránit, pala, mészkőelterjedés becslését a gránit kontaktushoz kötött pátkai fluorit, galenit, szfalerit ércesedés nyomozása érdekében. A radiológiai mérések a Gécsi-hegyen greizenesedett kőzetek erős sugárzását mutatták ki. Földtani-geofizikai elemzések a K-velencei-hegységi mágneses anomáliákat adó eocén andezitmágnás tevékenység érchozó szerepére, ennek mélyszíni kutatására hívják fel a figyelmet. A eocén ércgenetikához kapcsolják a gránit plutonban lévő apalit teléreket és a palaköpenyben lévő karbonátok metasomózisához a fluorit, szfalerit, galenit ércesedést is.

Kisebb trachidolerit (diabáz) mészkőkontaktuson képződött limonitos barnavasérc mágneses módszerű kutatására került sor a Mecsek-hegység DK-i oldalán, Zengővárkony közelében 1953., 1960. és 1963. évi mérések alapján, utóbbiakat a Dunai Vasmű megbízásából végezték. Az ércet azóta már letermelték.

Az ország ÉK-i határánál, Tarpánál földmágneses és geoelektromos módszerrel vizsgálták a Kárpát-Ukrajnából átnyúló, ott aranyérces miocén vulkáni képződmény neogén alatti hazai dimenzióit, de a kis mélységű mágneses hatónál jóval nagyobb mélységben lévő geoelektromos nagyobb ellenállású határfelület miatt a fúrás elmaradt.

A Geofizikai Intézetben 1966-ban újraindított színesérckutatás a Börzsöny-hegység részletes földtani térképezése előkészítésére irányult, gravitációs és módszertani földmágneses, PS mérésekkel. Megállapították a tömeges (szubvulkáni) andezit és a rétegvulkáni felépítésű területek gravitációs szétválaszthatóságát, hogy csak a felszínközeli eres impregnációs szulfidos érc típus ad PS anomáliát, a szubvulkáni biotit-amfibolit-andezit és dácit lényegesen kisebb mágneses szuszceptibilitású, mint a környező piroxén-andezitek. Az áttekintő gravitációs mérések alapján kijelölhető, kis hatómélységű kalderát kitöltő szubvulkáni tömeg a légi mágneses képen negatív anomáliaként jelentkezik.

Bányapuszta környékén két részre tagolódo gravitációs maximumon észlelték a potenciálmínimumokat, feltevésük szerint ez alapon  $25 \text{ km}^2$  területen nyomozható az ércesedés. A tapasztalatok alapján kialakított mérés-komplexummal, szelvény menti  $\Delta g$ ,  $\Delta z$ ,  $\Delta H$ ,  $\Delta S$ , majd GP ellenállás mérésekkel, refrakciós szelvényekkel vizsgálták az ércterületek és indikációk környékét, a rétegvulkáni-üledékes peremeken pedig VESZ mérésekkel kezdték a szerkezet-kutatást az üledékes fekvő és a harmadidőszaki aljzat

kimutatásával. A rózsahegyi és a kis-hideg-hegyi PS minimumon jelentős ( $>10\%$ ) gerjesztett potenciál anomáliát észleltek, az általánosan használhatóbb GP módszerű felszínközeli szulfidosérc-kutatás vette át a PS mérések szerepét. A földtani modell és a kutatási módszertan kialakításában nagy szerepet játszott a Recsk környékén előrehaladó mélyszíni érckutatás, amely az ipari minőségű ércharántolások után az Országos Érc- és Ásványbányák (OÉÁ) kezébe került. A mélyfúrásos kutatás orientálására az ELGI 1968–71 között nagyarányú szerkezetkutató és GP mérésekkel vett részt az érckutatásban.

A recski felszíni geofizikai kutatásokról az OÉÁ zárójelentése részeként összefoglaló jelentés, majd kivonatos publikáció is készült.

Az 1969-es földtani újrajvizsgálatkor kialakított földtani-geofizikai modell fokozatos kiegészítése és finomítása olyan kutatásmetodikai összefüggések megismeréséhez vezetett, amelyeket a későbbiekben más területeken is felhasználtunk. Az ércesedéssel viszonylag legközvetlenebb kapcsolatban álló PS, majd GP mérések kis behatolóképeségűek, a GP mérések elsősorban a felszínközeli a tömzsös ércesedést még művelő régi lahócai bányászat, főleg az Rm-48 fúrás környezetében mutatkoztak eredményesnek a tömeges piritésedés jelzésével. A pirit és a réztartalmú arzenidekhez kötődő arany változó elemzési eredményei bizonytalanná tették az értékelést.

A hidrotermálisan bontott érc tartalmú szubvulkáni biotit-amfibolandezit szuszceptibilitása egy nagyságrenddel kisebbnek bizonyult a környező mátrai piroxénandezitekénél, ezért az ércesedéssel összefüggő szerkezet kutatása bizonyult a leghatékonyabbnak a mélyfúrásos kutatás továbbfejlesztésének orientálására. Felszíni, mélyfúrás és laboratóriumi geofizikai mérések eredményeiből kiderült, hogy a szubvulkáni testet befogadó triász alaphegységi felboltozódás gravitációs Bouguer- és maradék-anomália térképekkel nagy vonalakban, refrakciós szelvényekkel, VESZ kiegészítésekkel részletesebben, terjedelmi-mélységi dimenziókkal kimutatható. A magyarázat az antiklinális magban kiemelkedő triász karbonátos kőzetek és tömör szubvulkáni andezit-diorit testek nagyobb sűrűségében, ellenállásában és határsebességében rejlik.

Három határfelületről készült mélységtérkép: a felső az eocén andezit oligocén-miocén alatti elterjedését, a középső a triász alaphegység-felszín, az alsó az aljzaton belüli triász mészkő domborzatát tükrözi. Az alsó, karbonátosnak megfelelő határfelület É–D tengelyű antiklinálisában foglal helyet a tömeges réz-molibdén ércesedést tartalmazó szub-



vulkáni test és ennek karbonátos kontaktusán a dúsérces szkarnos réz, ólom, cink ércesedés, majd a szárnyakon távolabb törések, repedések mentén az alaphegységben levő polimetallikus ércesedés. Az antiklinális Ny-ra eltolódott tengelyében észlelt határsebesség-csökkenést és kálium anomáliát az antiklinális húzott zónájában feltörő vulkanitok és hidrotermák hatásának tulajdonítják. A geofizikai mérések kezdetekor a meglévő mélyfúrások 1/4—1/5-része volt még csak ismeretes, így a máig legnagyobb hazai ércterület és bányászatra alkalmas ércartalék feltárásában a geofizikai adatokat a mélyfúrás tervezéséhez, a terület lehatárolásához fel tudták használni.

### 3. Érc kutatási programok, érc-elő kutatások (1973—1987)

A Központi Földtani Hivatal által irányított és finanszírozott érc kutatási program keretében a Földtani Intézet és a Geofizikai Intézet 1970—1980 között regionális elő kutatást és érc földtani elő kutatást végzett a Börzsöny-hegységben, illetve annak központi területén. A geofizikai módszerek széles tárházának bevetésével elvégezték a hegység teljes területének szerkezet kutatását és a háttérszintig terjedő GP térképezést, a kőzet- és érc földtani következtetésekre szolgáló, már említett ellenállás- és mágneses szelvényezést, felhasználták a paleomágneses vizsgálatokat és az abszolút kormeghatározásokat a paleovulkáni rekonstrukcióhoz, GP-vel bővített érc kartotázst, sőt az utolsó években vibrátoros rezgékeltető szeizmikus reflexiós szelvényezést is. A fúrásos kutatások igazolták a gravitációs-refrakciós szerkezet kutatással meghatározott szubvulkáni átöréssel járó, de itt sajnos kristályos-palás aljzat-kiemelkedést és GP anomáliákkal (piritfelhővel) is jelzett hidrotermális hintett, eres ércesedést, de a feltárt kuruc-pataki, bányapusztai, rózsza-hegyi potenciális rézérclelőhelyek érc koncentrációja nem érte el az ipari minőséget (Cu 0,1—0,2%). Újabban felmerült a nem kellően elemzett arany ércesedés perspektivitása, így lehetséges, hogy a sokféle módszerrel megkutatott terület gazdag geofizikai dokumentációját még lehet hasznosítani (GP, metálfaktor, ellenállástérképek és -szelvények, sekély- és mélygeofizikai földtani szelvények, aljzat és vulkanit domborzat, sebesség- és ellenállástérképek, tektonikai térkép).

A börzsönyi kutatásokkal párhuzamosan előkészítő és regionális elő kutatások voltak a Darnó-vonal ércesedett tektonikai övezetében. A régió geofizikai

ismeretességét összefoglaló jelentés és a Darnó-vonal-menti felszínközeli GP, földmágneses geofizikai érc kutatási kísérletek után a KFH hároméves célprogramja alapján 1973—75 között szerkezetkutató gravitációs, refrakciós és VESZ mérésekkel, légi mágneses anomáliákon végzett szelvény menti mérésekkel és hatószámításokkal vizsgálták Recsk—Rudabánya vonalában az érc kutatás szempontjából szóba jöhető, tektonizált kiemelt aljzatú területsávot, a VESZ pontokon mérve a gerjeszthetőséget is. 1976—78 között a program a tágabb értelemben vett Darnó-övre terjedt ki, magában foglalta a Mát-ra—Bükk—Aggtelek—Rudabányai-hegység fő szerkezeti irányára merőleges egy-egy kiválasztott területsávját, ahol szerkezetkutató GP és földmágneses mérés kombinációkkal, földtani térképezéssel, geokémiai mintavételezéssel és fúrásokkal (MÁFI, MÉV) érc kutatásra szóba jöhető szerkezeteket és anomáliákat kerestek. Megállapították, hogy az alsó triász-perm-karbon-devon képződmények közötti grafitosodott nagy szervesanyag-tartalmú palás kőzetek gerjeszthetősége igen nagy, az Upponyi-hegységi Csernely-patak völgyében emellett igen kis, 1 ohm ellenállásúak és nagy PS anomáliákat is adnak, tehát érc kutatási szempontból megtévesztőek. Ezért csak a triász karbonátos kőzetek tektonizált zónájában, esetleg kvarc-porfír, diabáz kőzetek környezetében lehet GP anomáliákból megalapozottan szulfidos ércesedésre következtetni (Rudabánya darnó-vonali Ny-i széle — OÉÁ, bükki feltolódás sávja — MÉV). A GP anomáliák érces-graftos jellegzetességeinek felismerésére kísérleti GP lecsengési görbéket mértek.

A Darnó menti szerkezetkutatások során kiütözköztek a refrakciós-VESZ szelvényezés korlátai, mert a Mát-ra-hegységben végzett regionális refrakciós mérés a szilárdásvány-kutatás mélységtartományánál, 1000—1200 m-nél mélyebben várható medencealjzatot jelzett, tehát ott a refrakcióképes karbonátos aljzat helyett csak a vulkáni felépítményre, Rudabányán pedig az aljzat belső szerkezetére irányulhat a kutatás.

Ezért a szerkezetkutatásban előtérbe kerültek a jobb felbontású, árnyékolásra nem érzékeny főleg vibrátoros, slalom line reflexiós és elektromágneses, MFS, MT módszerek. A 70-es—80-as évtized fordulójának hazai érc kutatási geofizikai módszer együttesére és munkahipotéziseire áttekintést ad a NIMDOK Bányaiipari Szakirodalmi Tájékoztató.

A világgpiacra nyitottabb hazai gazdaságpolitika és a kedvezőbb kitermelhetőségű olcsó külföldi, főleg szovjet ércek versenye következtében ekkoriban az ércbányák sorra tönkrementek, bezártak, még a leg-



jobb adottságú recski érclelőhely bányaberuházása is újra és újra elakadt, ezért állami segítséggel még egyszer megvizsgálták a bányák környezetének ércperspektíváját, pótló, vagy kiegészítő ércvagyon reményében. Az OÉÁ elkészítette a recski mélyszinti színesfémérc-előfordulás mélyfúrásos kutatásának összefoglaló jelentését, ebben a geofizikai munkák leginkább az É—D-i lehatárolásban játszottak szerepet.

Szakmai fórumok javaslatai alapján a KFH három terület: a Mátra, az Aggtelek—Rudabányai és a Velencei-hegység érc-elő kutatási programját finanszírozta.

A Középső és Nyugati-Mátra érc-elő kutatása 1980—85 között a teléres ólom-cink ércesedéséről ismert (Gyöngyösoroszi, Mátraszentimre, Parádsasvár) miocén andezit-vulkáni hegység átfogó kutatására irányult.

A bezárásra ítélt bányák számára esetleges újabb, kedvezőbbben termelhető érckészletek, akár más, hintett-eres érc típus megtalálását remélték. Ehhez a hegység nagyszerkezeti felépítését, vulkáni centrumok, nagy intruzív testek, törésvonalak és az andezit felszínig terjedő hidrotermális szulfidosodás elterjedését és anomáliáit mutatták.

A gyöngyösoroszi mélyszint kutatásával kezdődő, majd az egész Középső- és Nyugat-Mátrára áttérjedő geofizikai érc kutatásról az ELGI évi jelentéseiben és a MÁFI-ELGI összefoglaló jelentés geofizikai részében számolnak be.

A gerjesztett polarizációs mérésekkel a háttérszintig lehatárolt anomális terület a metallometriával és ércindikációkkal egybehangzóan a hidrotermális polimetallikus ércesedés elterjedési területét jelölte ki a telérkísérő szulfidosodás segítségével és hozzájárult új telérek, elsősorban a Szénpatak környéki ércesedés felfedezéséhez, amely egybeesik a reflexiós szeizmikával kimutatott, szubvulkáni hatásnak tulajdonított felboltozódással a Gys-5 mélyfúrás környékén. A boltozati törés — GP anomália együttesre 1981-ben telepített mélyfúrás dúsérces ólom, cink, lefelé növekvő réztartalmú teléreket harántolt több szintben. A szerkezetkutatás fél km-nél nagyobb objektumok kimutatására alkalmas pontsűrűségű gravitációs mérőhálózaton alapult, a számítógépes feldolgozás során 2,4 t/m<sup>3</sup>-rel korrigált Bouguer-anomália térképen kívül 1100 m-re fölfelé folytatott Bouguer-anomália térkép és mindkettőből maradék-anomália térkép is készült.

A GP anomáliák a három osztatú, NyDNy-KÉK tengelyű Bouguer-anomália maximum területére esnek, igazolva a centrum és az intruzív jelleg érces összefüggéseit. Egyedileg azonban a GP anomáliák

a gravitációs maradék-anomália maximumok irányát követik a centrum területen belül, amelyek viszont a haránttöréseknek megfelelő telérirányokat jelölik ki. A reflexiós-MT komplex szelvényekből a fő törések, az andezit összlet vastagsága, üledékes fekvése, a medencealjzat antiklinális tengelye, a nagy ellenállású és sebességű andezittömeg, illetve a vulkáni hegység peremeit jelző tufás, üledékes felépítés állapítható meg. Egyesített térképi ábrázoláson az összefüggések egyértelműen leszűkítik az elkalandozó érc kutatások lehetőségét a centrumvonulatra, a megkutatott terület tizedére. Ez a korábban egymástól elszakítottak tűnt Gyöngyösoroszi—Parádsasvár érc terület között egy központi új ércmező létezését jelenti. A mátrai érc kutatásra egységes hálózati, háttérszintig való GP (és ellenállás) mérés, peremeken túlterjedő, számítógépen feldolgozott (variálható) gravitációs mérés, vibrátoros slalom line reflexiós szelvényezés, magnetotellurikus elektromos mérés kombináció a jellemző.

Az Aggtelek—Rudabányai-hegység geofizikai elő kutatása (1980—85) a Darnó-program folytatásaként inkább a regionális ismeretek bővítését szolgálta, de a rudabányai vasérces-szulfidos érces vonulatban és az Aggteleki-hegység egyes részein van érc kutatási vonatkozása is. Ezek a rudabányai triász vonulat Ny-i, baritos, szulfidos érces Darnó-vonal menti tektonizált zónájának reflexiós, főleg vibrószeiz pontosítása, a vasérc és szulfidos ércesedés GP, ellenállás és földmágneses szelvényező komplexummal való térképezése, a képződményhatárok és közetfizikai jellemzők megállapítása szulfidos és oxidos ércindikációs területeken (Ménés-völgy-Bányaoldal, Kiskopolya-völgy) protonprecessziós magnetométerrel végzett, hatószámítással egybekötött földmágneses  $\Delta T$  szelvényezés valamennyi anomália lehatárolásával.

A rudabányai bányabezárás után az érc kutatás aktualitását veszítette, de a módszertani tapasztalatok a vasérc rétegtani szinthez kötött jellegére, szuszceptibilitására, illetve a darnó-vonali keskeny törésvonalhoz kötött szulfidos ércesedés nagy felbontású reflexiós kutathatóságára felhasználhatók.

A Velencei-hegység geofizikai elő kutatása (1976—86) regionális gravitációs, refrakciós-geoelektromos, majd reflexiós elő készítés után a színes-érc kutatásra leginkább perspektivikusnak ítélt kelet-velencei, dinnyés—seregélyesi, szabadbattyáni és nyugat-velencei terület érc elő kutatására irányult. Földmágneses, MT, elektromágneses frekvenciaszondázó, refrakciós, reflexiós és GP méréseket alkalmaztak, sűrű hálózati mágneses és gravitációs mérések számítógépes feldolgozásával. Az érc ku-

tatások zöme a Pázmánd—Kápolnásnyék—seregélyesi gravitációs maximum vonulattal jellemzett felszíni, vagy eltakart andezitvulkáni vonulatra irányult, ahol több centrum terület is feltételezhető. A leginkább reményt keltő K-velencei területen, mintegy 400 m lehatárolású hálózatos GP méréseket végeztek DIAPIR-E műszer, középgradiens elrendezés, 1600 m tápvonal alkalmazásával, így kutatva az üledékekkel takart andezit területet is.

A GP anomáliák két vonal mentén rendeződnek: a gránit-pala kibúváshatár mentén, illetve a metasomatitok mentén. Utóbbiakat rézporfíros érce-sedésre perspektivikusnak tartják. A  $2,65 \text{ t/m}^3$ -rel korrigált gravitációs Bouguer-anomália térképen a gránitterület minimum, maradék anomália minimumok a területet sugárirányban átszelő törések, a gránitot övező paleozoós kőzetköpeny viszont maximum-gyűrűt képez, K-en az eocénandezit területtel nagy gradiensű tektonikus érintkezés van. Az andezit terület üledékes és aljzatküjűt a szerkezetkutató mérésekkel feltérképezték, a rétegzetlen centrumok a reflexiós szelvényeken és a komplex geofizikai képből felismerhetők, a Pázmánd-2 fúrás diorit intrúziót harántolt. A gránitterületen az MT mérések 3-4 ezer m-nél jeleztek csak ellenálláshatárt, ezért a feltételezett érchozó fiatalabb intrúzió nem ismeretes ott elérhető mélységben. A gránitterület kilúgozott teléreit hintett szulfidosodás nem kíséri, GP hatásuk nincs.

A metasomatit terület GP anomáliái az eddigi feltárások szerint 10%-ot is meghaladó pirites szulfidosodásból eredtek.

Összefoglalásként megállapíthatjuk, hogy az állami ércelőkutatások a perspektivikus területek átfogó megismeréséhez vezettek, megfelelő ércföldtani szakértelemmel ez alapon hatékonyabban lehet koncessziós területeket kijelölni és kiválasztani. Ércperspektíva az előkutatási területeken nem zárható ki, figyelembe véve, hogy mindössze néhány szűrőpróbaszerű mélyfúrás követte eddig az előkutatásokat.

## IRODALOM

FEKETE J. 1939: Jelentés a M. Kir. Bárá Eötvös Loránd Geofizikai Intézet működéséről az 1936—1938. években. ELGI adattár, 31—42  
FEKETE E. 1939: Report on the Activities of the Royal Hungarian Baron Roland Eötvös Geophysical Institute During the Period 1936—1938. ELGI Könyvtár, 14—20, 25—27

FEKETE J. 1940: Jelentés a M. Kir. Bárá Eötvös Loránd Geofizikai Intézet működéséről az 1939. évben. ELGI adattár, 6—9  
RENNER J. 1950: Jelentés a M. Á. E. L. Geofizikai Intézet Falubattyán vidékén az 1950. év tavaszán végzett geoszeizmikus mérésekről. ELGI adattár  
KOMÁROMY I. 1953: Jelentés a Szarvaskő környékén 1953. évben végzett földmágneses mérések eredményéről. ELGI adattár  
HONFI F. 1953: Jelentés a Velencei-hegységben végzett Turam mérések összefoglaló vizsgálatairól. ELGI adattár  
LAKATOS S. 1953: Jelentés a recski érckutató jellegű természetes potenciál mérésekről. ELGI adattár  
SZALAY M. 1954: Jelentés az 1954. évben Nagybörzsönyben végzett természetes potenciál mérésekről. ELGI adattár  
PANTÓ G., SZILÁRD J., HAÁZ I. B., KOMÁROMY I., SZALAY M., SZÉNÁS Gy. 1955: Geofizikai módszerek az érc kutatásban. Geofizika az ásványi nyersanyagkutatás szolgálatában. A M. Áll. Eötvös Loránd Geofizikai Intézet különkiadványa. ELGI könyvtár, 27—48  
SZÉNÁS Gy. 1955: Jelentés a recski rézérces andezittufa szeizmikus refrakciós kutatásáról. ELGI adattár  
ERKEL A. 1957: Jelentés az 1956. évi recski gerjesztett potenciál kísérleti mérésekről. ELGI adattár  
FACSINAY L., MÉSZÁROS M. 1960: A perkupai gipsz-anhidrit terület geofizikai újraértékelése. Geofizikai Közlemények VIII, 4, 151—176  
LENDVAY K. 1962: Jelentés a recski Lahóca-hegy környékén 1960-ban végzett szeizmikus mérésekről. ELGI adattár  
SZÉNÁS Gy. 1962: Jelentés a Velencei-hegység ÉNy-i peremén 1962-ben végzett szeizmikus kutatásról. ELGI adattár  
VASADY KOVÁCS F. 1962: Földtani és geofizikai kutatások a Velencei-hegységben. Geofizikai Közlemények XI, 1—4, 119—151  
SZARKA R., VÁRFALVI L. 1963: Szeizmikus és geoelektromos szelvények a Balatonfő, Lovasberény területén. MÉV, Pécs  
CSÓKÁS J. 1965: Jelentés a Rudabánya—Alsótelekes—Szuhog községek által határolt területen végzett komplex geofizikai mérésekről. NME, Miskolc  
BARANYI J. 1966: Jelentés az 1965. évi Rudabánya környéki geofizikai mérések eredményeiről. MÉV, Pécs

- SZABÓ Z. 1966: Áttekintő gravimétermérés a Börzsöny-hegység és a Duna bal parti triász rögök területén. Az ELGI 1965. évi jelentése, 111–119
- HAÁZ I., MOLNÁR K. 1966: Földmágneses mérések Zengővárkony környékén. Geofizikai Közlemények **XV**, 1–4, 77–82
- Ásványtelepek földtana. Nyersanyag lelőhelyeink. Szerkesztette: JANTSKY B. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1966
- SZABÓ Z. 1967: Komplex geofizikai kutatás a Börzsöny-hegységben. Az ELGI 1966. évi jelentése, 98–119
- POSGAY K. 1967: A magyarországi földmágneses hatók áttekintő vizsgálata. Geofizikai Közlemények **XVI**, 4, 5–22; 23–111
- FÉLEGYHÁZI Zs. 1967: Összefoglaló jelentés a Velencei-hegység 1966-ig végzett földtani, geokémiai, bányászati geofizikai kutatásairól. OÉÁ
- BARANYI I., SZARKA R. 1968: Jelentés a Velencei-hegységben végzett 1967. évi geofizikai mérések eredményeiről. MÉV, Pécs
- ZSILLE A. 1968: Komplex geofizikai kutatás a Börzsöny hegységben. Az ELGI 1967. évi jelentése, 93–104
- ZSILLE A. 1969: Komplex geofizikai kutatás a Börzsöny hegységben. Az ELGI 1968. évi jelentése, 41–48
- LENDVAY K., SZALAY I., VERŐ L., ZSILLE A. 1969: Komplex geofizikai kutatás Recsk és Parád környékén. Az ELGI 1968. évi jelentése, 54–57
- HOFFER E., KOMÁROMY I. 1969: Magyarország légimágneses felmérése. Az ELGI 1968. évi jelentése, 74–79
- HOFFER E. 1969: Részletes érckutató földmágneses mérés Tarpa környékén. Az ELGI 1968. évi jelentése, 79–81
- M. SZALAY E. 1969: Néhány vulkáni, ill. szubvulkáni kőzet remanens és indukált mágnesezettségének viszonya. Geofizikai Közlemények **XVIII**, 1–2, 35–42
- M. SZALAY E. 1969: Néhány vulkáni, ill. szubvulkáni kőzet remanens és indukált mágnesezettségének viszonya. Földtani Kutatás **XII**, 3–4
- ZSILLE A., ERKEL A., HOFFER E., MITUCH E. 1970: Komplex érckutató geofizikai módszerekkel a Börzsöny-hegységben. Az ELGI 1969. évi jelentése, 41–48
- ERKEL A., MITUCH E., M. SZALAY E. 1971: A Börzsöny-hegység felépítésének és ércesedésének geofizikai kutatása. Az ELGI 1970. évi jelentése, 22–28
- HOFFER E., KÓNYA A., SZALAY I., VERŐ L. 1971: Komplex geofizikai kutatás a Mátra hegység É-i peremén a Darnó-hegy körzetében. Az ELGI 1970. évi jelentése, 29–33
- GAGYI PÁLFFI A., CSEH NÉMETH J., ZELENKA T., ifj. GAGYI PÁLFFI A., LÁZÁR B., SZALAY I. 1971: A recski mélyszinti színesérc-előfordulás összefoglaló jelentése (12 kötet). Felszíni geofizikai kutatások. OÉÁ. MÁFI, ELGI adattár
- DRASKOVITS P., DUDÁS J., KIRÁLY E., MITUCH E. 1972: A Börzsöny-hegység felépítésének és ércesedésének geofizikai kutatása. Az ELGI 1971. évi jelentése, 27–31
- ERKEL A., KÓNYA A., SZABÓ GNÉ, SZALAY I., VERŐ L. 1972: Geofizikai érckutató Recsk és a Darnó-hegy körzetében. Az ELGI 1971. évi jelentése, 32–39
- SZALAY I., SZ. PINTÉR A., WÉBER B., GÉRESI Gy., VERŐ L., ERKEL A. 1972: Összefoglaló jelentés a Recsk és környékén végzett geofizikai kutatásokról. ELGI adattár
- KIRÁLY E., FEJES I., SZALAY I., TABA S., VERŐ L., ZSILLE A. 1973: A Börzsöny-hegység felépítésének és ércesedésének geofizikai kutatása. Az ELGI 1972. évi jelentése, 20–28
- VERŐ L. 1973: Felszínközeli geofizikai érckutató a Darnó-vonal mentén. Az ELGI 1972. évi jelentése, 29–32
- SZALAY I., SZABÓ GNÉ, VERŐ L., ZSILLE A. 1973: Összefoglaló jelentés a geofizikai kutatás 1972. évi helyzetéről a Darnó-vonal tágabb környékén. ELGI adattár
- KIRÁLY E., FEJES I., SZ. PINTÉR A., SZALAY I., TABA S., ZSILLE A. 1974: A Börzsöny-hegység felépítésének és ércesedésének geofizikai kutatása. Az ELGI 1973. évi jelentése, 21–27
- SZALAY I., VERŐ L., ZSILLE A. 1974: Geofizikai kutatás a Darnó-vonal ércesedett tektonikai övezetében. Az ELGI 1973. évi jelentése, 28–31
- SZALAY I. 1974: Tectonic setting of the NE-Mátra mountains according to geophysical measurements. Acta Geol. Acad. Sci. Hung. 18, 3–4
- ZSILLE A., SZALAY I., TABA S., VERŐ L. 1975: A Börzsöny-hegység felépítésének és ércesedésének geofizikai kutatása. Az ELGI 1974. évi jelentése, 23–28
- SZALAY I., VERŐ L., ZSILLE A., HEGEDŰS E., TABA S. 1975: Geofizikai szerkezetkutatás a Darnó-vonal mentén. Az ELGI 1974. évi jelentése, 29–32
- SZALAY I. 1975: A recski kutatási terület szerkezetkutató geofizikai mérései és azok eredményei. Földtani Közlemények **105**, 724–732
- KIRÁLY E., BALLA Z., DUDÁS J., SCHÖNVISZKY L., SZALAY I., TABA S. 1976: A Börzsöny-



- hegység felépítésének és ércesedésének geofizikai kutatása. Az ELGI 1975. évi jelentése, 23–25
- SZALAY I., DUDÁS J., HEGEDŰS E., SCHÖNVISZKY L., TABA S. 1976: Geofizikai szerkezetkutatás a Darnó-vonal mentén. Az ELGI 1975. évi jelentése, 26–30
- BALLA Z. 1977: Helyzetkép a Börzsöny-hegység földtani felépítésére és ércesedésére vonatkozó adatok egységes értelmezéséről. Az ELGI 1976. évi jelentése, 20–37
- SZALAY I., HEGEDŰS E., SCHÖNVISZKY L., TABA S., VERŐ L. 1977: A Darnó szerkezeti öv geofizikai kutatása. Az ELGI 1976. évi jelentése, 38–43
- BALLA Z., ERKEL A., KIRÁLY E., SCHÖNVISZKY L., SZALAY I., TABA S., VERŐ L. 1978: A Börzsöny-hegység felépítésének és ércesedésének geofizikai kutatása. Az ELGI 1977. évi jelentése, 19–33
- SZALAY I., DIENES E., NEMESI L., SCHÖNVISZKY L. 1978: A Darnó nagyszerkezeti öv geofizikai kutatása. Az ELGI 1977. évi jelentése, 34–41
- BALLA Z. 1978: A Magas-börzsönyi paleovulkán rekonstrukciója. Földtani Közlemények **108**, 2, 119–136
- VERŐ L., KIRÁLY E. 1979: A Börzsöny-hegység ércesedésének geofizikai kutatása. Az ELGI 1978. évi jelentése, 22–26
- BALLA Z., CSILLAGNÉ T. E., CSONGRÁDI J., ERKEL A., SCHÖNVISZKY L., SZABÓ Z., SZALAY I., VERŐ L., VIOLA B. 1979: A Rózsashegy—Kuruc-patak—Bányapusztai területen végzett ércföldtani kutatások összefoglaló jelentése. MÁFI adattár
- SZALAY I., DIENES E., GYÖRGY L., HEGEDŰS E. 1979: A Darnó nagyszerkezeti öv geofizikai kutatása. Az ELGI 1978. évi jelentése, 27–30
- MAJKUTH T., HAVAS L., KIRÁLY E. 1980: A Velencei-hegység geofizikai előkutatása. Az ELGI 1979. évi jelentése, 18–25
- KIRÁLY E., SZALAY I. 1980: A Börzsöny-hegység ércesedésének geofizikai kutatása. Az ELGI 1979. évi jelentése, 26–32
- BALLA Z., MÁRTONNÉ SZALAY E. 1980: A Börzsöny- és a Dunazug-hegység magnetosztatográfiája. Geofizikai Közlemények **26**, 57–77
- CSILLAGNÉ TEPLÁNSZKY E., CSONGRÁDI J., ERKEL A., KARAS GY., KIRÁLY E., KÖRÖS L., MADARASI A., PENTELÉNYI L., PINTÉR A., SCHÖNVISZKY L., SZABÓ Z., SZALAY I., VERŐ L., VETŐNÉ ÁKOS É. 1980: Zárójelentés a Börzsöny-hegység központi területén 1970–1980 között végzett ércföldtani kutatásokról. MÁFI, ELGI adattár
- MAJKUTH T., MADARASI A., PINTÉR A., VERŐ L. 1981: A Velencei-hegység geofizikai előkutatása. Az ELGI 1980. évi jelentése, 27–34
- SZALAY I., HAVAS L., GYÖRGY L., MADARASI A., SCHÖNVISZKY L. 1981: A Mátra-hegység geofizikai előkutatása. Az ELGI 1980. évi jelentése, 35–39
- SZALAY I., VERŐ L. 1982: Bányatervezést megelőző geofizikai módszerek. Geofizikai módszerek alkalmazása az ércbányászatban. NIMDOK, Bp. 1981, 5–6, 232–253. ELGI könyvtár
- MAJKUTH T., CSÖRGEY J., MADARASI A., MÁRTONNÉ SZALAY E., PINTÉR A., SCHÖNVISZKY L., VARGA G. 1982: A Velencei-hegység geofizikai kutatása. Az ELGI 1981. évi jelentése, 21–28
- VERŐ L., MADARASI A., SCHÖNVISZKY L. 1982: Érc előkutatás a Középső- és Nyugat-Mátrában. Az ELGI 1981. évi jelentése, 29–31
- VERŐ L., MÁRTONNÉ SZALAY E., PINTÉR A., TABA S. 1982: Földtani előkutatás az Aggtelek-Rudabányai-hegységben. Az ELGI 1981. évi jelentése, 31–35
- VERŐ L., GYÖRGY L., CSÖRGEY J., HAVAS L., MADARASI A., NAGY G., SCHÖNVISZKY L., TABA S. 1983: Érc előkutatás a Középső- és Nyugat-Mátrában. Az ELGI 1982. évi jelentése, 30–36
- VERŐ L., ALBU I., NAGY E., TABA S. 1983: Földtani előkutatás az Aggtelek-Rudabányai-hegységben. Az ELGI 1982. évi jelentése, 37–42
- RÁNER G., TABA S., VERŐ L., SCHÖNVISZKY L., KARAS GY. et al. 1984: Geofizikai mérések eredménye Recsk mélyszerkezeti színesfémérc előfordulás külszíni mélyfúrásos kutatásának összefoglaló jelentése. OÉÁ, ELGI adattár
- CSEH-NÉMETH J., BAKSA Cs., VERŐ L., RÁNER G., TABA S., BALLA Z., SCHÖNVISZKY L., KARAS GY., BAGI R., HONOS P., MÉSZÁROS F., SZALMA S., SZONGOTH G., VIOLA B., ZILAHISEBESS L., FÖLDESSY J., FÖLDESSY JNÉ, ZELLENKA T., SZILÁGYI G., SIPOS G., BODONYI G., KUN A., POLHAMMER M., SZÓKE A., CZEKE A., FODOR GY. 1984: Recski mélyszerkezeti színesfémérc előfordulás külszíni mélyfúrásos kutatásának összefoglaló jelentése (6 kötet). KBFI, OÉÁ, MÁFI, ELGI, MÉV adattár
- ALBU I., BRAUN L., SZALAY I. 1985: Az Aggtelek-Rudabányai-hegység geofizikai előkutatása. Az ELGI 1984. évi jelentése, 29–33



- BALLA Z., HAVAS L., VERŐ L. 1985: A Nyugat-Máttra fő gerincének földtani felépítése. Az ELGI 1984. évi jelentése, 33–43
- SZALAY I., GYÖRGY L., NEMESI L., PINTÉR A., VARGA G., ZALAI P. 1986: A Máttra és a Zagyva-árók: szerkezetkutatósi eredmények. A Középső- és Nyugat-Máttra érc- és szerkezetkutatósi eredményeinek összefüggései. Az ELGI 1985. évi jelentése, 31–36
- SZALAY I., BALLA Z., GYÖRGY L., NEMESI L., SCHÖNVISZKY L., SZABÓ Z., VARGA G., ZALAI P. 1986: Ércgeofizikai előkutatás a Középső- és Nyugat-Máttra területén 1980–85 (Geofizikai rész). ELGI, MÁFI adattár
- SZALAY I., ALBU I., RÉTI ZS. 1986: Az Aggteleki-karszt és a Rudabányai-hegység geofizikai előkutatása (a MÁFI földtani monográfia geofizikai része). ELGI, MÁFI adattár
- MAJKUTH T., CSÖRGEY J., KIRÁLY E., MADARASI A., PINTÉR A. 1987: A Velencei-hegység geofizikai előkutatása 1976–86. ELGI, MÁFI adattár

*Szalay István*

# HÍREK, BESZÁMOLÓK

## BESZÁMOLÓ

### A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADEMIA CLVIII. KÖZGYŰLÉSÉRŐL

Az 1996. május 6-ával kezdődő héten tartotta a Magyar Tudományos Akadémia 158. rendes közgyűlését az Akadémia Roosevelt téri épületében, a Díszteremben. 1996-ban lejárt az Akadémia hároméves választási ciklusa, így az 1996. évi 158. közgyűlés egyben tisztújító közgyűlés is volt.

A közgyűlést az ülések elnökeként HALÁSZ Béla orvos professzor vezette le.

A közgyűlés hétfőn — május 6-án — KOSÁRY Domokos búcsúzó elnök megnyitójával és az elmúlt akadémiai ciklusról tartott beszámolójával kezdődött.

KOSÁRY elnök úr megnyitója után, programon kívül, GÖNCZ Árpád, a Magyar Köztársaság elnöke méltatta az Akadémiát, illetve a búcsúzó elnököt.

Ezt követte az Akadémiai Aranyérem átadása, amit BORZSÁK István klasszika-filológus, az Akadémia rendes tagja kapott, majd az Akadémiai Díjak, illetve az Akadémiai Újságírói Díjak kiosztására került sor.

Ezután a közgyűlés két bizottságot küldött ki, az első a közgyűlés határozatainak megszövegezésére, a másodikat a közgyűlésen történt szavazások hitelesítésére és a leadott szavazatok összeszámlálására.

A bizottságok kiküldése után következett az Akadémia főtitkárának, KEVICZKY Lászlónak a beszámolója a lezárt 1993—96. évi ciklus akadémiai tevékenységéről és ehhez kapcsolódóan tájékoztatója az akadémiai kutatóhálózat helyzetéről. A főtitkári beszámolónak volt egy igen szomorú pontja, a beszámoló az Akadémiai Kiadó csődbe meneteléről és kényszerű eladásáról. (A történet nemcsak szomorú, hanem nekem mint egy költségvetési intézmény vezetőjének nagyon tanulságos is volt: *senki ne remélje, hogy bármilyen szakmai vagy tudományos eredmény ellentételezheti a pénzügyi veszteségeket.* Ma a banki szférát kivéve — ők az egyenlők közt az egyenlőbbek — senki sem várhat irtalmat, különösen nem egy olyan, a bankokkal összehasonlítva alapvetően haszontalan területen, mint a kultúra vagy a tudomány.) Érthető módon a főtitkári beszámolónak ez a része váltotta ki a legtöbb reakciót,

mert kiadója elvesztésével az Akadémia publikációs lehetőségei alapvetően megrendültek és ez egyes tudományterületeken katasztrófa helyzetet teremthet.

A közgyűlés délutáni ülészakán hangzott el a főtitkár 1995. évi költségvetési beszámolója, majd szintén ő ismertette az 1997. évi költségvetési irányelveket. Mind a költségvetési beszámolót, mind az irányelvek ismertetését írásban is megkapták a közgyűlés résztvevői.

Ugyancsak kiosztották írásban a közgyűlés bizottságainak ezután következő beszámolóit, így azokat a bizottsági elnökök nem mondták el, csak kommentálták, illetve kiegészítették, ahol szükségesnek érezték.

Írásban kapták meg a fentiekén túl a közgyűlés tagjai az Akadémia beszámolóját a Parlament részére a magyar tudomány helyzetéről és az Akadémiának a Kormány részére készített tájékoztatóját is.

A közgyűlés a beszámolókat, az 1997-es költségvetési irányelveket, a Parlament részére készült beszámolót, illetve a Kormány részére készített tájékoztatót egyenként mind jelentős többséggel elfogadta.

A hétfői ülés végül az Akadémia tisztségviselőinek választási rendjéről szóló javaslat elfogadásával zárult. Tekintve, hogy a sok írásban is kiadott anyag a szokásosnál lényegesen gyorsabb haladást tett lehetővé, az ülés elnöke javasolta, hogy fennmaradó időben a csütörtöki programpontra is térjen át a közgyűlés, de ez a résztvevők részéről egyhangú elutasításra talált. Így, a jó előkészítésnek köszönhetően, az akadémiai közgyűlések történetében szokatlanul korán ért véget a közgyűlés első napja.

Kedden és szerdán a Tudományos Osztályok közgyűlési programjai zajlottak nyilvános osztályülések formájában.

A Földtudományok Osztályának tudományos ülése szerdán, május 8-án volt az Akadémia utcai ERDÉRT-épület Tükörtermében, „Matematikai modellek a földtudományokban” címmel.

A csütörtöki, május 9-i ülés délelőttjén került sor az Akadémia vezető tisztségviselőinek megválasztására az 1996—99. évi ciklusra.

Az új tisztségviselők jelölése már körülbelül fél évvel korábban elkezdődött. Először szóban és írásban kértek véleményt a különböző csoportoktól, ezután az osztályok írásban nevezték meg jelöltjeiket az egyes akadémiai tisztségekre, majd a potenciális jelöltek megkérdezése után a közgyűlés tagjai ismételten megkapták az összesített jelölt-listákat, hogy a jelölőbizottság felmérhesse az egyes jelöltek támogatottságát. Az így kialakított végleges választási lista tisztségenként a 3—4 leg támogatottabb jelölt nevét tartalmazta, ezekre lehetett a közgyűlésen végül is szavazni.

A választási listán a földtudományok képviselői közül a természettudományi alelnökjelöltek között MÉSZÁROS Ernő meteorológus, a főtitkárjelöltek között MESKÓ Attila geofizikus és a természettudományi választott elnökségi tagjelöltek között BÍRÓ Péter geodéta szerepelt.

Az elnökjelöltek névsora eredetileg négy jelöltet tartalmazott, de az orvos HALÁSZ Béla visszalépése miatt a következő háromra csökkent: GLATZ Ferenc történész, KULCSÁR Kálmán jogász és MICHELBERGER Pál mérnök. Az elnökjelölteknek előzetesen írásban kellett programjukat és tudományos pályafutásukat ismertetni.

A közgyűlés végül is egy igen kiegyenlített kétfordulós szavazás után csekély többséggel GLATZ Ferencet választotta meg az Akadémia elnökévé és KEVICZKY Lászlót újabb három évre megerősítette főtitkári tisztségében. (A szavazás jó hangulatban, komolyabb viták nélkül folyt le, éppen ezért nem kis meglepetésemre szolgált, hogy hazafelé menet a rádiót hallgatva a választás politikai felhangjairól beszéltek a tudósítók, akik a teremben benn sem lehettek, hiszen a szavazás zárt ülésen történt, és a tudósítások meglehetősen eltértek attól, amit személyesen tapasztaltam.)

A választás résztvevői a délelőtti választás után még nem ismerhették meg az eredményt, mert a tisztségviselők választása nem a szokásos elektronikus szavazógéppel — ez ugyanis csak az igen-nem típusú szavazásokra jó —, hanem szavazócédulás rendszerben folyt és így a szavazatok közjegyző előtt történő összeszámlálása időt vett igénybe. A délutáni ülés ezért azzal kezdődött, hogy az ülés elnöke ismertette a közben elvégzett szavazatszámolás eredményét.

A eredményhirdetést követően az új elnök, GLATZ Ferenc megköszönte a bizalmat és röviden megismételte a már az írásos anyagban is szereplő prog-

ramját, kiegészítve ezt azzal, hogy az Akadémia nem mondhat le a kiadói tevékenységről, ezért az Akadémiai Kiadó elvesztése után feladatának érzi ennek pótlását.

Az új elnököt elsőként — szintén programon kívül — HORN Gyula, a Magyar Köztársaság miniszterelnöke köszöntötte, megemlítve a Németh-kormányban végzett közös munkát.

A miniszterelnöki üdvözlét után a beszámolók, előterjesztések és indítványok vitája, illetve a rájuk adott bizottsági, főtitkári és elnöki válaszok következtek. Végül záróaktusként a közgyűlés elfogadta a közgyűlési határozatok szövegét és az ülés elnöke bezárta a közgyűlést.

\* \* \* \* \*

Az Akadémia újonnan megválasztott tisztségviselőinek névsora:

Elnök:	GLATZ Ferenc (történettudomány)
Természettudományi alelnök:	MICHELBERGER Pál (járműszerkezetek méretezése)
Élettudományi alelnök:	VIZI E. Szilveszter (gyógyszertan és idegtudomány)
Társadalomtudományi alelnök:	HARMATHY Attila (polgári jog)
Főtitkár:	KEVICZKY László (irányításmélelt)
Főtitkárhelyettes:	NÁRAY-SZABÓ Gábor (elméleti kémia)
Természettudományi választott elnökségi tag:	BÍRÓ Péter (geodéta)
Élettudományi választott elnökségi tag:	LÁNG István (agrokémia, talajtan)
Társadalomtudományi választott elnökségi tag:	MAROSI Ernő (művészettörténet).

\* \* \* \* \*

A szerkesztőségben az érdeklődők számára hozzáférhetők az MTA 158. közgyűlésének következő kiadványai:

- Tájékoztató a Magyar Köztársaság Kormánya számára a Magyar Tudományos Akadémia 1995. évi tevékenységéről
- Beszámoló a Parlamentnek a magyar tudomány helyzetéről

- Előterjesztés a Magyar Tudományos Akadémia közgyűlésére az 1997. évi költségvetési irányelvekről
- Előterjesztés a Magyar Tudományos Akadémia 1996. évi közgyűlésére az Akadémia 1995. évi költségvetésének végrehajtásáról
- Tájékoztató a Magyar Tudományos Akadémia közgyűlési bizottságainak tevékenységéről
- A Magyar Tudományos Akadémia Kutatásértékelési Bizottságának beszámolója (1994—1996)
- Az akadémiai kutatóintézetek tevékenységének értékelése - Metodika

- A Magyar Tudományos Akadémia kutatóhelyeinek 1995. évi tudományos eredményei, I. kötet: Élettudományok
- II. kötet: Matematika és Természettudományok
- III. kötet: Társadalomtudományok
- KOSÁRY Domokos: Hat év a tudánypolitika szolgálatában
- Ki kicsoda 1996 — a Magyar Tudományos Akadémia kutatói
- A köztestület tagjai
- A Széchenyi Irodalmi és Művészeti Akadémia első évei.

*Bodoky Tamás*

## **AZ MTA GEODÉZIAI ÉS GEOFIZIKAI KUTATÓINTÉZET BESZÁMOLÓJA 1995. ÉVI TEVÉKENYSÉGÉRŐL ÉS KUTATÁSI KONCEPCIÓJA AZ 1996—98. IDŐSZAKRA**

A Magyar Tudományos Akadémia főtitkárának felkérésére az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet elkészítette beszámolóját 1995. évi tevékenységéről és kutatási koncepcióját az 1996—98. közötti időszakra.

Ezeket az okmányokat azzal a szándékkal tesszük közzé a Magyar Geofizikában, hogy a hazai szakmai közösséget tájékoztassuk eredményeinkről és terveinkről.

Úgy gondoljuk, hogy az intézet által művelt kutatási projektek (részben vagy egészben) egyaránt érdekesek a geofizikusok és a geodéták számára. Az elmúlt évek egyik fő intézeti törekvése volt, hogy kihasználjuk azt az előnyt, hogy a GGKI-n belül különböző földtudományi szakterületek művelői dolgoznak. Erre példa az a — nemzetközi szinten is elismerést kiváltó — törekvésünk, hogy az 1991-től induló GPS műszeres kutatási tevékenységet a Sopronban nagy múlttal rendelkező ionoszféra-kutatókkal is összekapcsoljuk. Az együttműködés eredményeként az ionoszféra-kutatás számára egy pon-

tosabb ionoszféra modell, míg a GPS mérésekkel foglalkozók számára megbízhatóbb helymeghatározási lehetőségek adódnak.

Reméljük, hogy az akadémiai előírások miatt rövid és tömör 1995. évi beszámolónk és koncepciónk átfogó képet ad a GGKI-ról és hozzásegít ahhoz, hogy a magyarországi szakmai intézmények és munkatársaik jobban tájékozódhassanak egymásról.

Meg szeretnénk jegyezni: az INTERNET hálózaton a GGKI „home page”-én (URL címünk: <http://www.ggki.hu>), tevékenységünket az alább következő két anyagnál részletesebben is bemutatjuk. Ott tesszük közzé példának okáért minden kutató egyéni kutatási területét, az 1992—95. közötti publikációs listánkat. A közeli jövőben ezen az úton elérhető lesz könyvtárunk katalógusa, az általunk járatott folyóiratok jegyzéke. Képet fogunk adni az intézet műszer- és számítógépparkjáról.

Sopron, 1996. március 1.

*Varga Péter*

### **A) AZ INTÉZET FŐ FELADATAI 1995-BEN**

A tevékenység döntő részét jelenti a geodézia, a geofizika és a szeizmológia területéhez tartozó alapkutatások végzése, az ezekhez szorosan kapcsolódó terepi és laboratóriumi munkák folytatása, a terepi és laboratóriumi megfigyelések adatainak tudományos feldolgozása, értelmezése és közzététele. Az intézet feladatát képezi továbbá a szakterület módszereinek (elméleti és gyakorlati), vizsgálati esz-

közeinek (műszerek) fejlesztése, létrehozása. Az intézet kutatási tematikájának következtében szükséges obszervatóriumok (szeizmológiai, földmágneses, ionoszféra, geodinamikai) működtetése, adatok gyűjtése, regisztrálása.



## I. Az 1995-ben elért főbb tudományos eredmények

### 1) Fizikai geodézia

A globális helymeghatározó rendszer (GPS) felhasználása az ionoszféra-kutatásban új elméleti és technológiai eredményeket szolgáltatott. Az IRI90 ionoszférikus és a hozzá kapcsolódó plazmaszférikus diffúzív equilibrium (DE) modell alapján a vertikális teljes elektrontartalom (VTEC) meghatározására került sor.

A műhold és a GPS vevő közötti, mérésekből származó VTEC vonalintegrál összehasonlítható az IRI90 és a DE modellekből levezetett eredményekkel. A különböző modellek által szolgáltatott specifikumok lehetőséget nyújtottak a GPS adatok feldolgozási módszerének javítására.

A geometriai és a fizikai modellek együttes alkalmazásával sikerült növelni a mérési eredmények megbízhatóságát. GPS mérések ionoszférikus alkalmazása során kidolgoztak egy olyan új eljárást, amely lehetővé teszi a kód-szinkronizációs hiba és a VTEC együttes meghatározását.

*A Pannon-medence 3-D véges elem alapú sűrűségmodelljét 500 m x 500 m felbontású digitális terepmodellből levezetett sűrűségmodellel egészítettük ki, amely a felszín topográfiájának a hozzájárulását adja meg a geoidhoz.*

A prizmákkal történő testmodellezésre optimalizált algoritmust dolgoztak ki.

A geoid undulációk radiális teljesítményspektrumainak összevetése alapján sikerült megállapítani, hogy a Pannon-medencében a topográfiai hatások hozzájárulása a geoidhoz csak igen rövid hullámhosszúságú (km) anomáliák esetében domináns. Ez a hozzájárulás lokálisan 30–50 cm.

A lokális nehézségi erőter véges elemes modellezése mellett vizsgálták a gömbi harmonikus sorfejtésen alapuló modellezést is. A két különböző módszer jellegzetességeit mind a tér-, mind a frekvenciatartományban sikerült megadni.

Elméleti összefüggést sikerült megadni a Föld rugalmas alakváltozásai és az azoknak megfelelő gravitációs változások kapcsolatáról. Összehasonlították a Pannon-medence recens, extenzométerekkel megfigyelt deformációit és az űrgeodéziai módszerekkel meghatározott mozgásértékeket.

*Meghatározták a Föld tengely körüli forgássebességének lassulását bolygónk történetének utolsó 2,5–3,0 milliárd éve során. Számításokat végeztek a lassulás következtében keletkező földalak és feszült-*

*ségtér változások meghatározása érdekében, és szignifikáns kapcsolatot kaptak a két jelenség között.*

### 2) Matematikai geodézia

A geodézia korszerű kiegyenlítő számítási módszerei közé tartozik az alakmátrix felbontása, spektrálanalízise szinguláris értékei szerint (SVD). A geodéziában előforduló szimmetrikus mátrixok egy osztályáról sikerült kimutatni, hogy annak sajátértékei jól meghatározottak, azaz kevésbé érzékenyek a mátrix elemeinek kis megváltoztatására.

A SVD módszer középhibája igen nagy, ha a legkisebb nem nulla sajátérték közel van a nullához. A robusztus becslésekhez hasonlóan *kidolgozásra került egy olyan új iterációs eljárás, amely az SVD módszer középhibáját minimalizálja. A javított becslés az eredeti SVD megoldás súlyozott lineáris kombinációja, a levezetett súlyozás a kombinatív főkomponens becslésnél is, és az egy paraméteres főkomponens becslésnél is kisebb középhibát ad.*

Új eredmények születtek a wavelet transzformáció geodéziai alkalmazásához kapcsolódó kutatásokból. A kidolgozott új módszer lehetőséget nyújt a WT alapján idősorok analizálására, vizsgálatára. A pólusingadozás időtől függő spektrálanalízise révén a rövid periódusú oszcillációinak változékonyságát a WT alkalmazásával először sikerült kimutatni. A GIS adattömörítési eljárásait a WT módszerrel is sikerült bővíteni.

Új módszer született a geodéziai hálózatok Ll-normás és maximum likelihood típusú becsléseire vonatkozóan. A nemlineáris geodéziai modellek vizsgálatában a gradiens módszer egy módosított változatának és az intervallum felezéses eljárásnak egy kombinációját sikerült kidolgozni. A módszer megjavítja a lineáris regresszió és a síkbeli Helmert-transzformáció paramétereinek becslését, ha a kiegyenlítés a Cauchy-féle nemlineáris hatásfüggvény alapján történik.

Matematikai levezetést adtak a polárkoordináta transzformáció csökkentett számításigényű alternatívájára.

### 3) Geodéziai mérés technika

A geodéziában a geodinamikai mozgásvizsgálatokhoz és a mérnökgeodéziában az ipari létesítmények (hűtőtornyok, völgyzárógátak, vízi- és atomerőművek stb.) deformációjának és mozgásának vizsgálatához különösen nagy stabilitású és felbontóképességű elmozdulás-, szögelfordulás- és dőlés-érzékelők szükségesek. Erre a célra kétféle ( $\pm 1$  pixel és 0,02 pixel felbontású) CCD mérő-átalakító pro-

totípusa került kidolgozásra. Mindkét prototípust, valamint a CCD érzékelős hidrosztatikai szintező műszert széleskörű laboratóriumi pontosság- és stabilitásvizsgálatnak vetették alá.

Újabb két fúrólukkal bővítették a nagycenki teszterületet, ahol *környezetvédelmi kutatásokkal összefüggésben a talajvízmozgás és a dölések kapcsolatát vizsgálják fúróluk-ingákkal. Ilyen mérések hazánkban most voltak először, de hasonló célú vizsgálatokra külföldön is csak elvétve került sor eddig.*

A Bonni Geológiai Intézettel való együttműködés keretében nagy pontosságú eljárást dolgoztak ki fúróluk-ingák laboratóriumi hitelesítésére. A Pannon-medence mozgásvizsgálata céljából folytatódott a próbaregisztrálás a GGKI-ban kifejlesztett rövid extenzométerekkel és megtörtént azok részletes bevizsgálása. A vizsgálat eredményei a műszerek továbbfejlesztésénél és új műszerek kifejlesztésénél kerülnek felhasználásra.

A Soproni Geodinamikai Obszervatóriumban a mért extenzométer és graviméter adatok feldolgozására, valamint a mikrobarográffal regisztrált adatok árapály-kiértékelésére került sor. A fő eredmény az, hogy a mikrobarográf nagy érzékenysége az első kiértékelések szerint lehetővé teszi a légköri árapály nagy pontosságú regisztrálását, a geodinamikai mérések korrekcióját.

#### 4) Aeronómia

A mesterséges holdakon elhelyezett akcelerométerek sűrűség-adatainak eddig zajként értékelt maradékértékeiben mutatkozó szabályszerűséget visszavezették légköri gravitációs hullámok hatására. A referencia légkörmodellben a geomágneses utóhatás korrekcióját az energia betáplálással összefüggő fizikai folyamatok figyelembevételével határozták meg, amely a források meghatározására is lehetőséget nyújt.

A turbulencia meghatározási módszert a molekuláris és meteoritikus eredetű ionok mozgási és kontinuitási egyenletei alapján pontosították. A turbulens diffúziós együttható évszakos változásában mutatkozó ellentmondásokat a földrajzi szélességi változás alapján oldották fel.

Statisztikai összehasonlító vizsgálatok alapján körülhatárolták a Forbush-csökkenés hatásának kimutathatóságát a Nagycenki Obszervatóriumban mért légköri elektromos potenciál gradiensben, mintegy három évtizedre terjedő adatsort alkalmazva.

A Nagycenki obszervatóriumban mért ionosférikus abszorpció-adatok alapján meghatározták a

planetáris hullámok aktivitásának 1967–1991 közötti trendjét, amely jó egyezést mutatott a csehországi hasonló adatsorok vizsgálata alapján korábban meghatározott trenddel. Mindkét esetben bizonyos antropogén hatások megnyilvánulása is valószínűsíthető.

*Összefoglalták a Schumann-rezonanciák (SR) spektrális tulajdonságainak időbeli változását a világon egyedülállóan hosszú nagycenki SR adatsorra alapozva. Az első három rezonanciamódus amplitúdójának idősorában szignifikáns éves és féléves változást mutattak ki, ami kísérleti bizonyítéka annak a hipotézisnek, amely szerint a Schumann-rezonancia jelenségkör érzékeny indikátora a troposzférabeli hőmérséklet-változásoknak, és alkalmas eszköz lehet a globális éghajlati trendek, a Föld-ionoszféra hullámvezetőben lezajló globális változások nyomon követésére.*

#### 5) Pulzációs kutatás

*Egy meridionális állomásláncon, a geomágneses tevékenység szempontjából kulcsfontosságúnak ítélt napokon összehasonlították a tevékenység lefolyását és összevetették azt a bolygóközi tér paramétereivel is. Meglepő és váratlan felfedezés, hogy az erővonal-rezonanciából és közvetlenül a bolygóközi térből érkező jelek nagyon gyorsan (sokszor 1–2 percenként) váltogatják egymást. Vizsgálták a bolygóközi térből érkező impulzusok megjelenési alakját, és mind a héjrezonancia, mind az upstream waves eredetű pulzációknál találtak impulzív eseményeket.*

Összefoglalták a pulzációk naptevékenységi ciklus alatti periódusváltozásait. Megállapították, hogy a geomágneses erővonalak mentén kialakuló héjrezonancia periódusa a naptevékenység maximuma idején a leghosszabb, feltehetőleg a megnövekvő magnetoszférikus részecskekoncentráció következtében.

A földmágneses erővonalak átviteli függvényének meghatározására kidolgozott saját módszerükkel kimutatták, hogy az erővonalak rezonancia-frekvenciája reggeltől délutánig csökken, továbbá, hogy nagyobb földrajzi szélességeken megjelenik az erővonal-rezonancia második harmonikusa is. Ezek az átviteli függvények csak hosszú, 1–6 hónapos digitális adatsoroknál határozhatók meg, és először teszik lehetővé nemcsak a rezonancia-periódus, hanem a rezonancia-periódus változásainak kimutatását is.

Kimutatták, hogy az ionosféra mesterséges fűtése során a szórt rádióhullámok Doppler-eltolódásában észlelt periodikus jelek szoros összefüggés-

ben állnak a földmágneses pulzációkkal és a világon először sikerült szórt nagy frekvenciájú rádióhullámok segítségével ionoszférikus pulzációkat észlelni.

Módszert dolgoztak ki a geomágneses impulzusok jelalakjának felismerésére tanuló algoritmus segítségével.

#### 6) Geomágnesség és elektromágneses indukció

Egy, a Kárpátokon átívelő lengyel—ukrán—szlovák—magyar magnetotellurikus-geomágneses szelvény legdélibb, kelet-magyarországi állomásán végzett szinkronméréssel hozzájárultak a Kárpátok geoelektromos mélyszerkezete jobb megismeréséhez e szelvény mentén.

A Pannon geotraverz mentén végzett korábbi magnetotellurikus (MT) mérések elemzése arra utal, hogy mély, extenziós medencék alatt az elektromos asztenoszféra szintje megemelkedik. Ez a jelenség összhangban van a „keskeny riftek” modelljével, továbbá a gravitációs, a szeizmikus, valamint a korrigált geotermikus adatokkal a Békési árokban.

Széles periódustartományú magnetotellurikus szondázásaik révén új adatokat gyűjtöttek a Pannon-medence geoelektromos mélyszerkezetéről. A Pannon-medencebeli magnetotellurikus szondázási görbék alapvető sajátossága az ún. max- és min-görbék jelentős különbségében megnyilvánuló regionális MT anizotrópia. Az anizotrópia okát — különböző alternatív modellek vizsgálata alapján — a nagy ellenállású medencealjzat regionális tektonikai vonalak által meghatározott szerkezetében vélik megtalálni.

*A magnetotellurikus értelmezés fizikai hátterének tisztázásában többek között az impedancia tenzor rotációs invariánsainak elemzése terén sikerült előrelépni: hét egymástól független rotációs invariánszt különítettek el és további kb. húsz invariáns morfológiai sajátosságait foglalták össze, bonyolult geometriájú vékonyréteg-modellekre végzett modellszámítások alapján.*

Elektromágneses analóg modellezés révén tanulmányozták egy bizonyos fűrőlyuk-felszín elrendezésű elektromágneses kutatómódszer kőolajtelep-lehatárolási képességét és az adott modell esetére egyértelmű választ adtak. Ugyancsak analóg modellezéssel, svájci együttműködésben meghatározták egy ott tipikus töréses-árkos modellcsalád VLF választát.

#### a) Szeizmológiai hálózat

A gyulai és soproni új digitális állomások adatátvitelét racionalizálták, hatékonyságát növelték és költségeit csökkentették. A nem szabványos gyulai és soproni adatok AGSE formátumra konvertálták. Az átkonvertált adatok minden szeizmológiai kiértékelő programban használhatók (pl. PITSA, XPITSA). Ezzel lehetővé vált, hogy az adatok kimérése, illetve egyéb feldolgozása a többi állomás adataival közösen, egy lépésben elvégezhető legyen.

Az 1992-ben Piskéstetőn telepített széles sávú, digitális állomással részt vesznek a GSE (Group of Seismic Experts) keretében kezdődött nemzetközi megfigyelő hálózatban. Az állomás a CTBT (Comprehensive Test Ban Treaty) verifikációs rendszer béta állomása lett, amely a jelenleg Washingtonban működő Nemzetközi Adatközpont állandó felügyelete alatt van. A nemzetközi kutató közösség számára is hézagpótló mérési anyagot szolgáltat.

A potsdami GEOFON hálózatba is bekapcsolódott, mely folyamatos adatcserét jelent.

A PA Rt. 13 új nagy érzékenységgű, digitális szeizmológiai állomást vásárolt, melyből 10 az év folyamán működésbe lépett, további 3 állomás elhelyezéséről tárgyalások folynak. A teljes mérési anyag kutatási célú felhasználására a PA Rt.-vel megállapodtak.

#### b) A Kárpát-medence szeizmológiai mélyszerkezetének kutatása

A kéregfázisok ( $P_g$ ,  $P_n$ ,  $S_g$ ,  $S^*$  és  $S_n$ ) menetidőinek vizsgálatával elkészítették a Kárpát-medence alatti kéreg horizontálisan rétegzett sebességmodelljét. A kapott modell jó egyezést mutat más módszerek vizsgálati eredményeivel. A modell a hipocentrum-meghatározó programok bemenő paramétereként is szolgál.

*A Kárpát-medencében és környezetében kipattant földrengések digitális regisztrátumait összegyűjtötték a régió digitális szeizmológiai állomásairól. A regisztrátumok feldolgozásával meghatározhatók a felületi hullámok (Rayleigh fundamentális mód) sebesség diszperziós görbéi, melyek inverziójával információ nyerhető a kéreg szerkezetére vonatkozóan. Az eddigi eredmények alapján a Moho mélységére 27–32 km adódott, ami jó egyezést mutat a más mérésekből származó adatokkal.*

Az 1994. 05. 26-án a Gibraltári szorosban kipattant TTE-LJU-PSZ (Trieszt, Ljubjana, Piskéstető) főkörre eső rengés ( $M_b=5,7$ ) felhasználásával, a TTEPSZ közötti differenciális fázissebességeket



meghatározták. A fázissebességek inverziója alapján a litoszféra vastagsága TTE és PSZ között 100–120 km-re tehető, a kéreg vastagsága 29–32 km, a Moho alatt a lid viszonylag alacsony (4,2–43 km/s) transzverzális hullám sebességeket mutat és hiányzik az alacsony sebességű réteg.

Az 1994-ben kidolgozott inverziós eljárást, mely a felületi hullámok diszperziójának szerkezeti inverzióját hajtja végre genetikusan algoritmus alkalmazásával, 1995 folyamán továbbfejlesztették. A módszer nemlineáris optimalizációs eljárás, melynek segítségével az elméleti szerkezeti modellek alapján számított és mért diszperziós görbék átlag-négyzetes eltérését minimalizáljuk. A módszer egyaránt alkalmas Rayleigh- és/vagy Love-hullámok frekvenciától függő fázis- és/vagy csoportsebességének invertálására.

c) *Történelmi rengések kutatása, földrengés-katalógus pontosítása, földrengés kockázattal kapcsolatos kutatások. Makro- és mikroszeizmikus bulletinek készítése*

A szeizmológiai megfigyelések dokumentálásának alapjául szolgáló Mikroszeizmikus Bulletinek előállítását automatizálták. A magyar szeizmológiai hálózat érzékenység-növekedésének következtében a Bulletinekben nagyobb szerepet kapnak a Kárpát-medence eseményei.

A makroszeizmikus észlelések utolsó bulletinjét 1994-ben adták ki „Macroseismic Observations in Hungary (1989–1993)” címmel. A kérdőíveken összegyűjtött megfigyelések alapján a földrengések intenzitásának meghatározása számítógépes program segítségével történik. Folyamatosan bővítik a nemzetközi viszonylatban is fontos, elismert hazai földrengés adatbázist.

Történelmi rengéseink vizsgálata témakörben az 1880. évi közép-erdélyi rengés paramétereit dolgozták fel.

A földrengésaktív zónák földtani, geomorfológiai, geofizikai, geodéziai sajátosságait tovább kutattuk. *Elkészítettük hazánk 1:500 000 méretarányú kinematikai térképét, amelyen elsősorban a pleisztocénben történt mozgások alapján jelöltük ki azokat a zónákat, amelyek potenciális földrengéshézagok lehetnek.* Megvizsgálva hazánk rengéshézagjainak és a kinematikai térképen feltüntetett szerkezeteknek a kapcsolatát, megállapítottuk, hogy elsősorban a kisebb ( $I_0 < 5^\circ$ -os) rengéseket gerjesztő források esetén található jó egyezés (85%). Ennek oka valószínűleg az, hogy a kisebb rengések keletkezési helyét pontosabban ismerjük.

## II. Kapcsolatok felsőoktatási intézményekkel

Az intézet kutatói különböző külföldi és hazai egyetemeken vettek részt oktatómunkában.

*Külföldi oktatási tevékenység:*

- „Magnetotellurika” című speciális kollégium a leobeni (Ausztria) Montanuniversität-en; terepi gyakorlat az osztrák hallgatók részére Sopronban.
- „Mérnökgeodéziai mérések” című szeminárium a bécsi Műszaki Egyetem Mérnökgeodéziai Intézetében. A szemináriumon részt vevő osztrák hallgatók gyakorlaton vettek részt az intézet laboratóriumában.
- 1 hónapos vendégoktatói meghívás az Université Paris Sud-re.

*Hazai oktatási tevékenység:*

- A soproni Erdészeti és Faipari Egyetemen a következő tárgyakat oktattuk: Fizika, Elektrotechnika és elektronika, Geofizikai kutató módszerek a környezettudományokban, Légekörfizika és -kémia, Környezetgeofizika, Digitális képfeldolgozás, A statisztika modern módszerei, Matematika, Matematikai analízis.

## III. Hazai és nemzetközi kapcsolatok

### 1) Hazai kapcsolatok

Az intézet kutatói részt vesznek (esetenként tisztségviselőként) az MTA X. osztály, az MTA Geodéziai, Geofizikai Bizottságai és mindkettő albizottságai, az MTA Csillagászati és Űrfizikai Bizottsága, a VEAB, az MTA Doktori Tanács, az Acta Geod. Geoph. szerkesztőbizottsága, az Országos Akkreditációs Bizottság, az IUGG és az URSI magyar nemzeti bizottsága, az Űrkutatási Tudományos Tanács munkájában, a műszaki és természettudományi egyesületek munkájában.

A hazai szakmai társintézményekkel kialakított kapcsolatok között elsősorban említendő a Földmérési Intézettel, a BME geodéziai tanszékeivel, a Miskolci Egyetem és az ELTE geofizikai tanszékeivel, a MTA Csillagászati Kutatóintézetével, a KFKI Atomenergia Kutatóintézetével, a Magyar Geológiai Szolgálattal és intézeteivel: a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézettel és a Magyar Állami Földtani Intézettel, továbbá a MOL GES-sel meglévő együttműködés. Intézetünk tagja az IIF-nek és a Hungarnet Szervezetnek.



2.1) a geodézia területén:

- a) Német—magyar kormányközi együttműködés alapján kutatóink közös kutatásokat végeznek:
- a Bonni Műszaki Egyetem Geológiai és Paleontológiai Intézetével,
  - a Darmstadti Műszaki Egyetem Geodéziai Intézetével;
  - az MTA—DFG projekt keretében közös kutatások a Stuttgarti Egyetem Geodéziai Intézetével.

- b) Osztrák—magyar tudományos együttműködés
- egyrészt az Ost—West Fonds alapján a Bécsi Műszaki Egyetem Mérnökgeodéziai Intézetével és a Bécsi Műszaki Egyetem Fotogrammetriai Intézetével,
  - másrészt az OTA—MTA tudományos együttműködési szerződés keretében a Grazi Műszaki Egyetem Matematikai Geodézia és Geoinformatika Intézetével.

- c) Az Európai Közösség Copernicus programja alapján olasz—magyar és belga—magyar tudományos együttműködés folyik.

- d) Tudományos együttműködési szerződés alapján kapcsolat:

Geodetic Survey Division Natural Resources Canada — Milánói Műszaki Egyetem Földmérési Tanszéke — Finn Geodéziai Intézet — Szlovák Műszaki Egyetem Geodézia Tanszéke. Kutatóink dolgoznak a „Kinematics models”, a „Wavelets in Geodesy”, az „Earth tides”, a „Tomography of the Atmosphere by Geodetic Measurement” és a „Regional Land and Marine Geoid Modelling” témájú nemzetközi munkacsoportokban.

2.2) a geofizika területén:

- a) Kétoldalú együttműködések:
- Université Paris Sud: MTA—CNRS együttműködés,
  - Ebroi Obszervatórium: magyar—spanyol akadémiai együttműködés,
  - Cseh Tudományos Akadémia Légtérfizikai Intézet,
  - az Európai Közösség COST programja keretében magyar-belga együttműködés.
- b) Többoldalú együttműködések:
- a Lengyel Tudományos Akadémia Geofizikai Intézete: magnetotellurika, földmágnesség,
  - Indian Institute of Geomagnetism/Bombay: magnetotellurika,

- Kapcsolódás az INTERMAGNET és OERSTED nemzetközi programokhoz, valamint
  - a Közép-európai Kezdeményezés CESAR projektjéhez.
- c) Új együttműködések:
- az Ukrán Tudományos Akadémia Rádiócsillagászati Intézete,
  - Massachusetts Institute of Technology,
  - University of Göttingen,
  - Europrobe-Pancardi magnetotellurikus munkacsoport megalakulása,
  - Oului Egyetem Fizika Tanszék.

2.3) a szeizmológia területén:

- a) Többoldalú együttműködések:
- „Quantitative Seismic Zoning of the Circum Pannonian Region” Copernicus Project. (Az együttműködést az EU kiemelkedő színvonaláért példa értékű projektté nyilvánította.),
  - Ad Hoc Group of Scientific experts to consider International Co-operative Measures to Detect and Identify Seismic Events,
  - Részvétel az International Seismological Centre irányító tanácsában.
- b) Kétoldalú együttműködések:
- „Long-period seismic risk in Europe” olasz kollégákkal együttműködve, EU finanszírozásban,
  - British Geological Survey-vel közösen (PHARE finanszírozásban) értelmezzük a mikroszeizmikus mérőhálózat eredményeit.

IV. 1995-ben megjelent jelentősebb publikációk listája

- ÁDÁM A. 1995: New AMT data of the Gailtaler Alps. Acta Geod. Geoph. Hung. **30**, 227–239
- ÁDÁM A., NEMESI L., ARORA B. R. 1995: The role of telluric (TE) and magnetotelluric (MT) methods in the exploration of deep sedimentary basins. Journal of Geological Society of India **45**, 393–406
- ÁDÁM A., SZARKA L.: Time and space relation of the ELF (AMT) signals and noise. Acta Geod. Geoph. Hung. **30**, 227–239
- BÁNYAI L., PÁPAI I.: Comparison of cross-correlation and P-code tracking modes of TurboRouge receivers for ionospheric applications. Reports on Geodesy, Warsaw University of Technology **16**, 289–300

- BATTHA L., BENCIOLINI B., ZATELLI P. 1995: Geodetic application of wavelets: Proposal and simple numerical experiments. Proc. of the 3rd Hotine-Marussi Symp. on Math. Geodesy. Springer Verlag Berlin, Heidelberg, 404–412
- BENCZE P., ALMÁR I., ILLÉS-ALMÁR E. 1995: Observational results heating at the coupling of the thermosphere with the ionosphere/magnetosphere system and with the middle atmosphere. Adv. Space Res. **18**, 45–48
- KALMÁR J., PAPP G., SZABÓ T. 1995: DTM-based surface and volume approximation. Computers & Geosciences **21**, 245–257
- LASTOVICKA J., MÄRZ F. 1995: Trends in planetary wave activity inferred from Hungarian radio wave absorption measurements. Studia Geoph. et Geod. **39**, 420–424
- MENTES GY., KAHMEN H. 1995: Investigation of displacement transducers built by means of CCD image line sensors. Optical 3D Measurement Techniques III., H. Wichmann Verlag, Karlsruhe, 149–158
- MÓNUS P., BADAWY A. 1995: Dynamic Source Parameters of 12th October, 1992 Earthquake, Cairo, Egypt. J. Geodyn. **20**, 99–109
- PAPP G., KALMÁR J. 1995: Investigation of sediment compaction in the Pannonian basin using 3-D gravity modelling. Physics of the Earth and Planetary Interiors **88**, 89–100
- SZEIDOVITZ GY., BUS Z. 1995: Seismological investigations in the Kecskemét area. Acta Geod. Geoph. Hung. **30**, 2–10
- VARGA P. 1995: Temporal variation of the figure of the Earth and seismic energy release. Publication of the Institute of Geodesy and Navigation, University FAF, München, 118–127
- VARGA P., KATONA Gy. 1995: Evaluation of seismological parameters of the Kecskemét earthquake, July 8, 1911. Acta Geod. Geoph. Mont. Hung. **30**, 437–447
- VARGA P., HAJÓSY A., CSAPÓ G. 1995: Laboratory calibration of LaCoste-Romberg type gravimeters by using a heavy cylindrical ring. Geophys. J. Int. **120**, 745–757
- VERŐ J., BEST I., VELLANTE M., LÜHR H., DE LAURETIS M., HOLLÓ L., MÄRCZ F., STRESTIK J. 1995: Relations of field line resonances and upstream waves and the winter attenuation of pulsations. Annales Geophysicae **13**, 689–697
- VILJANEN A., SZARKA L. 1995: Analogue model studies of induction effects at auroral latitudes. Annales Geophysicae **13**, 1187–1196
- WESZTERGOM V., ZIEGER B. 1995: Automatic recognition of sudden impulses. Acta Geod. Geoph. Hung. **30**, 407–417
- ZÁVOTI J. 1995: Application of wavelet transform for compression of signals used in geographic information systems. Acta Geod. Geoph. Mont. Hung. **30**, 217–225
- ZHARKOV V. N., MOLODENSKY M. S., BRZEZINSKY J., GROTEN E., VARGA P. 1995: The Earth and its rotation. Low frequency geodynamics. Wichmann Verlag 1–420

## B) KUTATÁSI KONCEPCIÓ 1996–98

### I. Az intézet feladatkörének ismertetése

Az MTA GGKI feladatköre az alapító okirat szerint geodéziai és geofizikai alap kutatások az alábbiak szerint:

- A szilárd Föld és a Föld körüli térség megismerésére irányuló elméleti kutatások, kísérleti mérések (a Föld belső szerkezete és folyamatai, erőterei, nap-földfizikai relációk);
- Tudományos módszerek, műszerek, mérés-technikák, információs rendszerek fejlesztése;
- Segítségnyújtás különböző intézményeknél felmerülő geodéziai és geofizikai problémák megoldásában;
- Folyamatos obszervatóriumi megfigyelések, adatfeldolgozás, nemzetközi és hazai adat-

szolgáltatás (szeizmológia, geomágnesség, aeronómia, geodinamika);

- Nemzetközi szervezetek (programok) munkájában való részvétel, az ország nemzetközi kötelezettségeiből fakadó kutatási és tudománypolitikai feladatok ellátása;

Az elért eredmények publikálása, külföldön elért eredmények közvetítése, oktatás, tudományos ismeretterjesztés, tudományos rendezvények szervezése.

### II. A kutatóintézet kutatási célkitűzéseinek és témáinak rövid tartalmi ismertetése

Intézetünk fő célkitűzése, hogy a geodéziai és geofizikai (geodinamikai, földfizikai, szeizmológiai) alap kutatásnak az elkövetkezendő időszakban is jelentős nemzetközi műhelye maradjon. Célkitű-

zéseink megvalósítását eredményes témáink megőrzésével, azok folytonos belső megújításával képzeljük el. Programunk az 1996–98-as évekre jelentős mértékben az évtizedekkel ezelőtt megalapozott kutatási irányokra épül. Az 1991–95 közötti időszakra kidolgozott koncepciónk teljesült. A következő évekre vonatkozó elképzeléseinket erre is alapozzuk. Messzemenően figyelembe vettük a földtudományi kutatásokban a nemzetközi kapcsolódási lehetőségeket. Ilyenek elsősorban a Föld és környezetének globális megismerésére irányuló és a globális környezetvédelemhez kapcsolódó kutatásokban nyíltak meg.

Kihasználva az intézetben művelt különböző tudományterületek együttműködésében rejlő lehetőségeket, komplex kutatási projekteket tervezünk a közép-európai térség és ezen belül a Kárpát-medence mélyszerkezetének kutatására, az ionoszféra és magnetoszféra szerkezetének pontosabb modellezésére, és a geodinamikai eszközök alkalmazására a szeizmológiában.

Intézetünk fontos feladata az obszervatóriumi hálózat fenntartása. A földmágneses, ionoszférás, geodinamikai és szeizmológiai megfigyelések jelentős része már digitális úton folyik. A következő időszak feladata az egyre dráguló analóg adatrögzítés teljes kiváltása. Ennek megfelelően korszerűsíteni kell az adatfeldolgozást, az adatokat tartalmazó évkönyvek és bulletinek kiadását.

### 1) Geodézia

#### a) Fizikai geodézia (évenként 3,5 kutatóév)

A kutatási feladatokat az Európai Közösség által kitűzött kutatási témák, valamint a német–magyar kormányközi tudományos kutatási együttműködések határozzák meg. Az alábbi kutatási témákban várhatók új eredmények:

- globális helymeghatározó rendszer (GPS) alkalmazása az ionoszféra-kutatásban,
- automatikus mérési, adatfeldolgozási és tárolási rendszer kialakításában
- a nagycenki obszervatórium ionoszondájának földrajzi koordinátáira vonatkozó vertikális teljes elektrontartalom meghatározásában,
- a geodéziai célú empirikus ionoszféra modellek továbbfejlesztésében,
- a GPS vevőberendezések ionszferikus kalibrációjának kutatásában,
- az egyidejű GPS mérések optimális ionszferikus kombinációjának kódszinkronizációs hibaelemzésében,

- geodinamikai célú GPS mérések a hármaskülönbségen alapuló szabatos kiegyenlítési módszerének kidolgozásában,
- 3-D nehézségi erőter inverziós modelljeinek megalkotásában, numerikus algoritmusok kidolgozásában,
- a Pannon-medence 3-D litoszféra modelljének finomításában, a kéregbeli sűrűség-inhomogenitások kimutatásában inverziós modellek felhasználásával,
- neogén üledékek modellezése során a Bielik-féle sűrűségmodellnek a területfüggő sűrűségmodellekkel történő felváltásában,
- a Finn Geodéziai Intézettel együttműködve a skandináv litoszféra-geoid megalkotásában,
- a Pannon-medence 3-D litoszféra modelljének adatbázisba szervezésében és az Internet hozzáférés megteremtésében,
- a nehézségi erőter forward és inverz modellezési módszereinek továbbfejlesztésében a MEM, az FFT és a wavelet transzformáció alapján.

#### További feladatok:

- Elméleti vizsgálatok a Love-Shida hipotézis geodinamikai alkalmazásának területén. Edigi munkánk eredményeként matematikai összefüggést vezettünk le a Föld rugalmas alakváltozásai és az azoknak megfelelő gravitációs változások között. Ez irányú kutatásainkat folytatva hasonló elméleti összefüggést keresünk cseppfolyós földmag és anelasztikus köpeny esetére.
- Bolygónk forgássebesség-lassulás történetének kutatása a Föld története során. Megvizsgáljuk ezen jelenség hatását a gravitációs térre és az égitestünk legkülső merev részeiben végbemenő rugalmas feszültség-felhalmozódásra.
- A Pannon-medence recens mozgásainak megfigyelését extenzométerekkel és 1997-től fűrőlyuk dőlésmérő műszerrel is végezzük. A mérésekből kapott adatokat összevetjük az űrgeodéziai úton kapott mozgásértékekkel és felhasználjuk azokat térségünk szeizmicitásával összefüggő kérdések vizsgálatához. 1997–98-tól deformáció méréseinket vertikális deformációk megfigyelésére is kiterjesztjük.

#### b) Matematikai geodézia (évenként 5 kutatóév)

A tudományos koncepció a közös nemzetközi kutatási témákhoz, az Intézet hagyományos témáihoz



és az OTKA témák célkitűzéseire igazodik. Új eredmények várhatók az alábbi kutatási témákban:

- a legkisebb négyzetek elvén alapuló nemlineáris kiegyenlítési modellek megalkotásában, a megoldási eljárások, a numerikus algoritmusok kidolgozásában,
- a 2-D és 3-D előremetszés és hátrametszés nemlineáris kiegyenlítés numerikus algoritmusainak kidolgozásában,
- kiegyenlítő számítási modellek spektrális tulajdonságainak vizsgálatában az SVD-n (Singular Value Decomposition) alapuló algoritmusok alkalmazása révén,
- kvadrátikus programozáson alapuló nemlineáris geodéziai modellek kifejlesztésében,
- a geodéziai hálózatok kiegyenlítésében a spektrális célfüggvény optimalizálásával, robusztus hálózatkiegyenlítési modellek megalkotásában,
- a korszerű statisztikai módszerek geodéziai alkalmazásainak kutatásában,
- a wavelet transzformáció alkalmazásában az integrál transzformációkra, speciálisan a nem-standard reprezentációk felhasználásában a geoid korrekciók számítására,
- a térbeli információs rendszerek adatainak megbízhatósági, pontossági vizsgálataiban,
- fuzzy elméleten alapuló matematikai eljárások geodéziai alkalmazásaiban, a térbeli információk redundanciájának csökkentési módszereiben, adattömörítési eljárások összehasonlításában,
- a digitális terepmodell (DTM) kutatásokban,
- földrajzi információs rendszerek (GIS) témában az olyan elméleti problémák tanulmányozásában, mint a nagy adatrendszerek tárolási módszerei, élkimelési eljárások, adatrendszerek pontossági viszonyainak becslése,
- CCD (Charge Coupled Device) érzékelőkkel felszerelt automatikus mérőműszerek éltérképalkotásos algoritmusainak modellezésében,
- gravitációs erőter modellezéséhez általánosított feltételek mellett működő prizmageneráló eljárások és programok kifejlesztésében,
- a rendelkezésre álló DTM, GIS és képfeldolgozási erőforrások egyesítésében, integrálásában.

#### c) Geodéziai mérés technika (évenként 2,5 kutatóév)

Nemzetközi tudományos együttműködéshez kapcsolódva az alábbi kutatási témákban várhatók új tudományos eredmények:

- extenzométerek és dőlésmérők hitelesítésében és a hitelesítési eljárások pontosságának fokozásában,
- mikroextenzométerek pontossági vizsgálatában és továbbfejlesztésében,
- az obszervatóriumi adatgyűjtés eljárásainak korszerűsítésében,
- nagy stabilitású, nagy érzékenységgű szögefördülés- és elmozdulás érzékelők fejlesztésében,
- CCD érzékelőknek és képfeldolgozási eljárásoknak a geodéziai és geodinamikai mérés technikában való alkalmazási lehetőségeinek kutatásában,
- extenzométerrel és graviméterrel regisztrált adatok feldolgozásában és értelmezésében,
- lokális dőlésmérések a környezetvédelem és ipari deformációk kutatásában, pl. a talajvízmozgás és a dölések kapcsolatának kimutatásában,
- a nagycenki teszterület fűrőlyuk-mérési adatainak kiértékeléséből,
- geodéziai műszerek és mérési módszerek hitelesítési eljárásainak kifejlesztéséből, pl. automatikus szintező- és komparátor kifejlesztéséből,
- az intézet szolgáltatási tevékenységeinek fejlesztésére szolgáló kutatásokból.

## 2) Geofizika

### a) Aeronómia (évenként 4 kutatóév)

Az aeronómiai kutatásokkal összefüggő hároméves koncepció a Nagycenki Obszervatórium adatain és a folyamatos mérések feldolgozásán alapul.

- Az alsó légkör és az ionoszféra közötti csatolás kutatásában nemzetközileg is új területet jelent a Föld-ionoszféra üregrezonátor monitorozása a Schumann-rezonanciákkal (SR). SR-paraméterek mérésével és szinkronmérésével (Rhode Island; USA – Nagycenk) a következő kérdésekre keresünk választ: 1. SR-frekvenciák időbeli változásának értelmezése, 2. az izotróp üregelmélet érvényességének mértéke, 3. vertikális forrásmomentumeloszlás meghatározása, 4. sztratoszférikus optikai emissziókkal („sprite”) való kapcsolat, 5. globális klimatikus trendek vizsgálata.
- Az alsó légköri dinamikai folyamatok hatásának kutatása az ionoszférában az ionoszférikus abszorpció monitorozása útján.



- A légköri elektromosság és az extraterresztikus jelenségek kapcsolatának feltárása, különös tekintettel a kapcsolatot közvetítő folyamatoknak az időjárás változásában betöltött szerepére.
- Az alsó légkör, ionoszféra és a termoszféra közötti csatolás kutatásában a turbulens jelenségeknek és hatásuknak tanulmányozása szintén új kutatási terület, nemzetközi vonatkozásban is.
- Az ionoszféra és a magnetoszféra közötti csatolás kutatásában új eredmények várhatók az ionoszférikus abszorpció kiválasztott időszakokra vonatkozó komplex vizsgálata útján. Az ionoszférikus inhomogenitások, a whistler ductok és az L-héjak közötti összefüggés vizsgálata (1996—1998) új kutatási területünk.
- Empirikus plazmaszféra modellt kívánunk kialakítani, amelynek ellenőrzése GPS-mérések és a rádióhullám terjedés modellezésének eredményeivel történő összehasonlítás útján lehetséges.

#### b) Űridőjárás-kutatások (évenként 3 kutatóév)

A pulzációs kutatások a nagycenki obszervatórium közel 40 éves adatsorára támaszkodnak. A digitális regisztrálásra és a számítógépes adatelemzésre alapozva, továbbá az elmúlt időszakban kiépített közép-európai együttműködésnek köszönhetően több témában új eredmények várhatók:

- a geomágneses tevékenység, elsősorban a pulzációk tevékenységének hosszú periódusú (évestől a napciklusig terjedő) változásainak vizsgálataiban (1996),
- a napszél és a bolygóközi mágneses tér hosszú távú változásaiban,
- a nagycenki digitális adatsoron alapuló (pl. spektrumváltozási) vizsgálatokban,
- a magnetoszférában terjedő whistler hullámok és a pulzációk kapcsolatában (a benyújtott OTKA pályázattól függően, német, olasz, cseh együttműködés, 1996—98)
- megfelelően elhelyezett, egymástól 50—100 km-re lévő állomások alapján a rezonáns erővonalhéjak vastagságának meghatározásában (1998),
- rövid távú és hosszú távú Űridőjárás előrejelzés (1996—97),
- a mágneses erővonal-rezonancia szélességfüggésében (10 darab, a 210 fok mágneses hosszúság mentén lévő állomás adatai alapján, 1996—97),

#### c) Geomágnesség és elektromágneses indukció (évenként 3,5 kutatóév)

- Geomágneses adatokkal kapcsolódunk az „űridőjárás”-kutatásokhoz az INTERMAGNET hálózat részeként: foglalkozunk a környezeti hatások megfigyelésében történő alkalmazásokkal; a geomágneses normáltérnek és a tér belső és külső eredetű változásai szétválaszthatóságának vizsgálatával, valamint a szekuláris változások és a Föld belső folyamatai közötti kapcsolatának tisztázásával.
- A magnetotellurikus és geomágneses mélyszerkezet-kutatásban a Pannon-medence alatt a litoszféra fizikai állapotának megismerése a fő célkitűzésünk. Az eddigi adatok együttes újraértelmezése, további mérések, valamint a környező országokból származó adatok alapján összegezni kívánjuk eddigi ismereteinket az egész Kárpáti térségben a geoelektromos-elektromágneses mérések alapján észlelt nagyszerkezetekre, a felsőkéreg grafitos anomáliára, az alsókéreg fluidumos-plasztikus részére, valamint az asztenoszférára vonatkozóan. 1996-ban az alapadatok egységesítése és további mérések, 1997-ben az értelmezett eredmények térképi megjelenítése, 1998-ban kéreg- és köpenyanomáliára vonatkozó végleges értelmezés és az eredmények publikálása a kitűzött feladatunk, különös tekintettel a szeizmológiai, geodinamikai, elektromágneses kutatási eredmények szintézisére.
- Numerikus és analóg modellezéssel is a Kárpát-medence megismerésére koncentrálunk, emellett remélhetőleg előrehaladunk a témához kapcsolódó elméleti vizsgálatokban is, amelyek 1996 elején a rotációs invariánsok tulajdonságainak körülhatárolásánál tartanak.

#### 3) Szeizmológia (évenként 8 kutatóév)

##### a) Nemzeti Szeizmológiai Hálózat:

A gyulai, soproni, piskéstetői és budapesti állomások rutinszerű üzemeltetése (1996 vége). Három új digitális állomás telepítése (1997 vége).

##### b) A Kárpát-medence mélyszerkezetének kutatása:

- felületi hullám tomográfia a Pannon-medencére,
- felületi hullámok inverziója genetikussal kétdimenziós szerkezeti modellek alkalmazásával,
- háromkomponensű széles sávú analízis a piskéstetői adatok alapján.

A kéregfázisok menetidőinek vizsgálatából kéregsebességmodell meghatározása. A Kárpát-medencében a sebességeloszlás részletes meghatározása. A jelenleginél pontosabb sebességmodell ismeretében a földrengések helymeghatározásának pontossága megnövekszik.

*c) Mikroszeizmikus megfigyelések folytatása, eredmények interpretálása:*

A nagyobb számú állomás (Paks környezetébe telepített állomások adatainak felhasználása) lehetővé teszi sok lokális és regionális földrengés paraméterének — beleértve a fészekmechanizmust is — meghatározását. A paraméterek ismeretében megbízhatóbb információkat kaphatunk mind a szeizmicitás tér- és időbeli eloszlásáról, mind a Kárpát-medencében érvényes szeizmikus sebességről (a menetidőgörbék felhasználva). Ezzel tehát végső soron a Kárpát-medence szerkezetét ismerhetjük meg pontosabban.

*d) Szeizmicitás vizsgálatok:*

- Történelmi rengések kutatása: régi, nagyobb jelentőségű földrengések makroszeizmikus feldolgozása, paramétereinek meghatározása vagy esetenként újraértékelése és a földrengés katalógus pontosítása. Bolygónk, valamint a közép-európai térség és ezen belül a Kárpát-medence szeizmicitásának, tektonikai kapcsolatainak meghatározása.
- Makro- és mikroszeizmikus bulletinek készítése: A mikroszeizmikus bulletinek szerkesztésében mutatkozó elmaradás pótlása elsősorban a Kárpát-medencebeli rengések szeizmogramjainak feldolgozása alapján. Hazánk területén érezhető földrengések makroszeizmikus anyagának kiértékelése. Makroszeizmikus bulletinek szerkesztése.
- Földrengés kockázattal kapcsolatos kutatások: A Kárpát-medencében keletkezett nagyobb földrengések ( $I_0 \geq 6^\circ$ ) főbb paraméterei, valamint forráshónai földtani, geofizikai, geomorfológiai és geodéziai sajátosságainak összefoglalása és elemzése. A munka első fázisa 1997 végére befejeződik.

A Kárpát-medence aktív területeinek körülhatárolása.

### **III. A feladatok kapcsolódása a hazai és a nemzetközi tudományos kutatásokhoz**

#### *1) Geodézia*

Kutatóink közös kutatási témán dolgoznak a Földmérési Intézet, a Magyar Állami Eötvös Loránd

Geofizikai Intézet, a BME Elméleti Geodézia, Fotogrammetria és Általános Geodézia Tanszékek, a soproni EFE Földméréstani és Matematika Tanszék, a székesfehérvári Földmérési Főiskola, a Miskolci Egyetem Bányamérési Tanszékének kutatóival.

Német-magyar kormányközi együttműködés alapján kutatóink közös kutatásokat végeznek a Bonni Műszaki Egyetem Geológiai és Paleontológiai Intézetével, valamint a Darmstadti Műszaki Egyetem Geodéziai Intézetével. Az MTA-DFG projekt keretében közös kutatások folynak a Stuttgarti Egyetem Geodéziai Intézetével.

Oszták-magyar tudományos együttműködéshez anyagi keretet az Ost-West Fonds biztosít a Bécsi Műszaki Egyetem Mérnökgeodéziai Intézetével, valamint a Bécsi Műszaki Egyetem Fotogrammetriai Intézetével végzett közös kutatásokhoz.

Az Osztrák Tudományos Akadémia és a Magyar Tudományos Akadémia közötti tudományos együttműködési szerződés a Grazi Műszaki Egyetem Matematikai Geodézia és Geoinformatika Intézetével folytatott közös kutatásokhoz ad lehetőséget.

Az Európai Közös Copernicus programjában elnyert pályázatok alapján olasz-magyar és belga-magyar tudományos együttműködés folyik.

Tudományos együttműködési szerződés alapján kutatóink együttműködnek a Geodetic Survey Division Natural Resources Canada, a Milánói Műszaki Egyetem Földméréstani Tanszékének, a Finn Geodéziai Intézet, a Szlovák Műszaki Egyetem Geodézia Tanszékének kutatóival.

Kutatóink dolgoznak a „Kinematics models”, a „Wavelets in Geodesy”, az „Earth tides”, a „Tomography of the Atmosphere by Geodetic Measurement”, a „Regional Land and Marine Geoid Modeling” témájú nemzetközi munkacsoportokban.

#### *2) Geofizika*

##### *a) Aeronómia*

Tradicionális és új aeronómiai kutatásaink széles körű nemzetközi együttműködési keretekbe illeszkednek: a Schumann-rezonanciákkal összefüggő kutatásokat USA-beli (Massachusetts Institute of Technology), német (University of Göttingen) és ukrán (Institute of Radio Astronomy, Harkov) együttműködések segítik. A naptevékenység és az időjárás közötti kapcsolatok kutatása USA-együttműködésben (University of Texas, Dallas) történik; az ionoszférikus abszorpció vizsgálata pedig cseh kooperációban (Cseh Tudományos Akadémia, Légtérfizikai Intézet). Magyar-spanyol műszaki tudományos együttműködés támasztja alá a turbulens jelenségek

vizsgálatát. Űrkutatási tudományos tanácsi támogatás és a Geodéziai Főosztállyal való együttműködés teszi lehetővé a plazmaszféra-modell kialakítását. A témák egy részének a CESAR és ROSETTA programokba (CEI, ESA, MPLA) történő beillesztése ezen projektek előrehaladásától függ.

#### b) *Űridőjárás*

A geomágneses pulzációk és whistlerek közötti kapcsolat tanulmányozására közös OTKA pályázatot nyújtottunk be az ELTE Geofizikai Tanszékével. Együttműködésünk az elnyerendő összegtől függő terjedelmű lesz.

A nemzetközi „Space Weather” programhoz kapcsolódó „Űridőjárás előrejelzése” c. projekt (Űrkutatási Iroda 1996–1997) meghatározó jelentőségű. Ugyanúgy, mint a most induló ukrán, japán, finn együttműködések, amelyek rendre az ionoszférikus és földi pulzációk kapcsolatának vizsgálatára, az erővonalak átviteli függvénye szélességfüggésének kimutatására, valamint a napszél és a geomágneses tevékenység hosszú távú változásának kimutatására irányulnak.

#### c) *Geomágnesség és elektromágneses indukció*

A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézetrel szoros az együttműködésünk mind a geomágneses, mind az elektromágneses indukciós kutatások terén. Nélkülözhetetlenek számunkra a MOL magnetotellurikus adatai is.

Geomágneses kutatásainknak az INTERMAGNET és a normáltér vizsgálatára irányuló OERSTED program ad keretet.

Elektromágneses indukciós kutatásainkat egy OTKA pályázatra (T014882) alapozva, a „Kárpátok íve — Pannon medence” c. EUROPROBE kulcsprojekt keretében végezzük, együttműködve egyrészt a környező országok hasonló kutatócsoportjaival (elsősorban a lengyel, ukrán, szlovák akadémiák hasonló intézeteivel, de egy román kutatóintézetrel és osztrák egyetemekkel is), valamint az EUROPROBE programban részt vevő nyugat-európai (elsősorban német) kutatócsoportokkal. Folytatjuk elméleti vizsgálatainkat az Université Paris Sud-del. Pillanatnyilag a University of Utah-val van még kezdődő együttműködésünk. Elfogadásától függően egy francia-orosz-finn-magyar, a korábbi magnetotellurikus szondázások adatait együttesen feldolgozó pályázat (INTAS) kereteiben is kívánunk dolgozni.

Kapcsolatban állunk itthon az MTA Földrajz-tudományi Kutató Intézetével, az Állami Földtani Intézetrel, a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézetrel, a BME-vel. A Kopernikus program keretében együtt dolgozunk cseh, olasz, román, brit kutatóintézetekkel. Az EU „Long periodic seismic studies in Europe” projektben olasz szeizmológusokkal működünk együtt. A pizskéstetői szeizmológiai állomással részt veszünk az International Observing Period programban.

### IV. A koncepció végrehajtásának feltételei, a szükséges támogatások felvázolása

- Emberi erőforrások. A kutatók és segédek mind létszám, mind felkészülés tekintetében megfelelnek a jelen koncepcióban vázolt tudományos célkitűzéseknek. Az intézetben alkalmazottak korösszetétele azonban nem megfelelő, a távolabbi jövő biztosítása érdekében fiatalításra van szükség. Ezt nehezíti egyrészt, hogy a bérszínvonal rendkívül alacsony, illetve az, hogy Sopronban nincs szakirányú egyetemi képzés.
- A kutatóeszközök (műszerek, berendezések, számítástechnika értéke és száma) 1990–95 között különböző forrásoknak köszönhetően jelentős mértékben korszerűsödtek. A kilencvenes évek első felében pályázatok útján beszerzett új berendezések együttes értéke több tíz millió forint.
- Az alapellátással kapcsolatos kiadások költségvetési forrásból jelenleg nem biztosítottak. A hiány több, mint a jelenlegi költségvetési támogatás 20%-a és azt az intézet és az egyes kutatók által elnyert pályázatok terhére egyenlítjük ki, ami rendkívül hátrányos megoldás, de jelenleg jobb nincs.
- A jövőben előreláthatólag egyre nehezebb lesz pályázati forrásokhoz jutni. Mindezek dacára reméljük — eddigi tapasztalataink alapján —, hogy OTKA, OMFB forrásokból és nemzetközi pályázatokból a témák megfelelő gondozása biztosított. Külső megrendelésekre, olyan volumenben, amely lényegesen hozzájárulna pénzügyi helyzetünkhöz, nem számíthatunk.

Az 1996–98 időszakban jelentős beruházási támogatásra lesz szükségünk obszervatóriumi hálózatunk fenntartásához és fejlesztéséhez.



Az érdekeltek előtt bizonyára ismert, hogy 1996-ban az adótörvény megszigorította azon szellemi tevékenységek sorát, amelyek után adókedvezmény (legfeljebb évi 50 000 Ft) elszámolható. Csak a szerzői jog védelme alá eső tevékenységek érdemlik ki ez évtől kezdve a kedvezményt.

A szakértői munka azonban sok esetben hoz olyan önálló eredményt, amelyhez kötődik a létrehozott megillető szerzői jog.

E témáról hallhattam előadást az Iparjogvédelmi Egyesület ülésén az MGE képviselőjében. Az előadó elmondott egy-két olyan dolgot is, amelyet szakértőink figyelmébe szeretnénk ajánlani.

Ha a szakértő valamilyen tevékenység elvégzésére megbízójával szerződést köt, és e tevékenység során

az ő szellemi terméke is az eredmény, akkor e munka díjazásakor megilleti őt a törvény szerinti adókedvezmény. Ezt azonban megfelelően igazolni kell tudni. Feltétlenül be kell venni ezért a szerződésbe (s a teljesítést igazoló jegyzőkönyvbe is) egy olyan pontot, amely szerint a szakértő „a megbízó javára lemond saját szellemi termékéről”, vagy „csak bizonyos feltételekkel engedi annak használatát”, azaz legyen benne világosan, hogy a végzett munka eredménye a munkát vállaló és végző szellemi terméke.

Szakértőink tehát saját érdekükben figyeljenek a szerződések szövegezésére, sokszor nem árt jogász tanácsát is kikérni.

*Jesch Aladár*

## GONDOLATOK AZ MTESZ SZÖVETSÉGI TANÁCSÁNAK 1996. MÁJUS 10-i ÜLÉSÉVEL KAPCSOLATBAN

Bár nem kapcsolódik szorosan az üléshez, azzal kell kezdenem, hogy az MTESZ neve a Szövetségi Tanács 1996. január 19-i ülése óta ismét Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége és nem Szövetségi Kamarája.

E bevezető után magáról az ülésről. Mire a Magyar Geofizika következő száma megjelenik, sok megtárgyalt kérdés, információ már elveszti aktualitását (rendezvények, tennivalók stb.). Nem hiszem, hogy a napirend ismertetését vagy a mintegy 30 oldalnyi írásos anyag összefoglalását igényelné a kedves Olvasó, helyette csak néhány, esetleg közérdeklődésre számot tartó tényt és a hozzájuk kapcsolódó gondolatokat említem meg, amelyek inkább a távolabbi jövőre vonatkoznak.

Az MTESZ sorshúzás révén bekerült a Magyar Televízió kuratóriumába. Erre a sorshúzásra az egyesületek, mint önálló jogi személyek, külön-külön is jelentkezhetnek. Jövőre új kuratórium áll fel. Érdekes lenne tudni tagtársaink véleményét arról, hogy az Egyesület jelentkezék-e.

Szóba került az informatikai rendszer fejlesztése, az INTERNET-hez való csatlakozás. Az amszterdami EAGE konferenciára készülö egyesületi poszterhez — hála az adatszolgáltatásra felkért intézményeknek — a szükségesnél sokkal több anyag gyűlt össze és természetesen már minden számítógépen van sok más, az Egyesületre vonatkozó információval együtt. Viszonylag könnyen előál-

lítható lenne az Egyesület honlapja. Ehhez a meglévő anyaghoz hozzá lehetne kapcsolni a Magyar Geofizika legújabb számát is, hiszen az is rendelkezésre áll számítógépes formában. Csak kellene valaki, aki már csinált honlapot és így megvannak a szükséges programjai is.

Gazdasági helyzetét tekintve az MTESZ sem kivétel. Bár a kinnlévőségeket és a befektetéseket figyelembe véve kedvezőbb a kép, de az MTESZ alapján véve veszteséges vagy közel nullszaldós és tartozásai is vannak. 41 tagesegysége közül csak nyolcnak nincs adóssága az MTESZ-szel szemben és a területi szervezetek sincsenek jobb helyzetben. Arra joggal büszkéek lehetünk, hogy az alig 20%-nyi adósságmentes egyesület közé tartozunk.

De ennél többről van szó. Az MTESZ idén 18,1 MFt-tal támogatja egyesületeit. Összesen 34 egyesület kért és kapott 0,3 és 0,8 MFt közötti összeget. Egyesületünk idén sem kért támogatást. Ez azonban semmiképp sem jelenti azt, hogy egyszer s mindenkorra lemondunk erről (idén olyan egyesület is kapott támogatást, amely 1995-ben 20 MFt-nál nagyobb nyereséget ért el és idén még többre számít). Jövőre nemzetközi rendezvényt tervezünk, melyet az EAGE is támogat (MT '97), de előreláthatólag a résztvevők jelentős része támogatást fog kérni, így minden fillérre szükségünk lesz. Reméljük, hogy jövőre az elosztás szempontjai hasonlóak lesznek az ideihöz, például „mindenki kapjon,



aki adatszolgáltatással alátámasztott igényt nyújtott be” és a nyereséges működés nem lesz kizáró ok.

Befejezésül azt említem meg, amivel a Szövetségi Tanács ülése kezdődött. Az elnökség üdvözölte az új

tagokat, köztük ORMOS Andrást, a Magyar Geofizikusok Egyesületének új elnökét.

Verő László

## BESZÁMOLÓ

az SPWLA Budapest Chapter, az MTA Veszprémi Tudományos Bizottsága, az MGE Zala megyei csoportja, ill. a GEOINFORM Kft. közös rendezésében 1996. május 15-én tartott előadóülésről

(Bombasiker!)

A VEAB Geofizikai munkabizottsága részéről felmerült az igény, hogy a nem közvetlenül a mélyfúrási geofizikával foglalkozó, a tudomány más területein dolgozó szakemberek is némi áttekintést kapjanak munkánkról. Ezt az alkalmat ragadtuk meg, hogy a mélyfúrási geofizikai értelmezés helyzetéről, aktuális problémáiról, ill. a szelvényezési ipar hazai és nemzetközi tendenciáiról előadóülést szervezzünk. A Nagykanizsán, a MOL Rt. Erzsébet téri épületében tartott előadóülésen a következő előadások hangzottak el:

- ÁBELE Ferenc — BOCK János: A szelvényezési technológia fejlődése az utolsó öt évben,
- MARTON Tibor: Kőzetmechanikai számítások lehetőségei az AC és MAC eszközök birtokában,
- CSÁSZÁR János: Komplex interpretációs gyakorlat bonyolult tárolók esetén,
- ÁBELE Ferenc: Borehole imaging és korróziós mérések,
- ÁBELE Ferenc — MARTON Tibor — BOCK János — CSÁSZÁR János: Sikeres horizontális szelvényezés egy gáztároló kútban,
- BARANYI Péter: Digitális szelvényező berendezések sikeres hazai fejlesztése.

A szétküldött meghívók — ezeket elsősorban a Mélyfúrási Geofizikai Szakosztály és az SPWLA Budapest Chapter tagjai kapták — alapján nem várt érdeklődés mutatkozott az előadóülés iránt. A 60 fő befogadására alkalmas teremben alig maradt üres szék, a jelenléti ív tanúsága szerint 55 fő vett részt az — utólagos visszajelzések szerint is tartalmas — előadásokon. A horizontális fúrásban végzett szelvényezésről tartott előadás után — ezt egyébként a művet bemutató, a GEOINFORM Kft. szakemberei által készített videofilm színesítette — élénk vita alakult ki, ahol különböző területeken dolgozó szakemberek sok hasznos hozzászólást tettek.

A résztvevők megoszlása a következő volt:

a MOL Rt. különböző területeiről	30 fő,
GEOINFORM Kft.	13 fő,
ELGI	2 fő,
Miskolci Egyetem	1 fő,
VEAB Geofizikai munkabizottság	1 fő,
Veszprémi Egyetem	1 fő,
Mecsekurán Kft.	2 fő,
Karotázs Kft.	1 fő,
ELTE	1 fő,
DIAL Bt.	1 fő,
MOL Rt. nyugdíjas	2 fő.

Az előadásokat nem várt incidens zavarta meg, ami még a levezető elnök JESCH Aladár sajátos humorával bejelentve is kissé meglepetően hatott — az épületben ugyanis bombariadó volt, ezért, az előadásokat kettévágva, az épületet el kellett hagyni. Nem tudni, hogy a bombariadó a mi rendezvényünknek vagy az azonos időben zajló, a MOL Rt. privatizációjával kapcsolatos értekezletnek szólt-e, de az is elképzelhető, hogy valamelyik érettségiző diák tévesztette el a telefonszámot. Mindenesetre, az előadások színvonalán túl talán ez is emlékeztetné a rendezvényt.

A szervezőbizottság gyorsan úrrá lett a helyzeten és a riadó által okozott szünetet ebéd- és kávészünetnek nyilvánítva, a színhelyet a GEOINFORM Kft. tanácstermébe helyezte át, így az előadások gyakorlatilag zavartalanul folytatódtak a tervezett program szerint egészen délután fél negyig.

Összegezve elmondhatjuk, hogy egy jól szervezett, szakmailag magas színvonalú rendezvényen vehettünk részt, amely jól szolgálta a kitűzött célt.

Császár János  
titkár

Az alábbiakban közzéteszük a bányászatban, a csővezetékes szállításban és a gázszolgáltatásban dolgozó mérnök kollégák rövid, figyelemfelhívó írását a most szerveződő Mérnök Kamara alakulásáról.

A szakértői engedély jövőbeni megszerzése kapcsán a geofizikusok, geofizikus mérnökök számára

is fontossá válik, hogy melyik szakterülethez kapcsolódóan és hol jönnek létre területi kamarák, amelyek foglalkoznak majd az ügyeikkel. Várhatóan a bányász tagozaton belül megalakulhat egy geofizikai altagozat.

*Ferenczy László*

## Törvény a mérnökök köztestületéről

Immáron 7 éve, hogy néhány száz, különféle műszaki területen dolgozó mérnök elhatározta

- a közérdek védelmében a mérnöki munka magas színvonalának és etikájának, jog- és szabályszerűségének őrzését,
- a mérnöki tevékenység tekintélyének, társadalmi, erkölcsi és anyagi elismerésének szervezett előmozdítását,
- a mérnökök köztestületi kamaráját létrehozó, közfeladatait, jogosultságát meghatározó törvény megalkotását.

Más hivatások (ügyvédek, orvosok gyógyszerészek stb.) erőfeszítéseit a parlament már korábban, konkrét törvények megalkotásával honorálta.

1996 első negyedében a kormány végre beterveztette a mérnökök és építész szakmai kamaráiról szóló törvény tervezetét. Májusban kerül sor a parlamentben a több állandó bizottság által is támogatott általános vitára, és reményeink szerint júniusban a törvényalkotásra.

Mit jelent a törvény elfogadása a gazdaságban dolgozó mérnökök számára? Kötelező lesz-e a tagság, kinek érdemes a kamara tagjainak a sorába lépni?

Megannyi kérdés, amelyre a választ csak hosszan lehet megadni. Egy biztos: a Mérnök Kamarába való belépésről minden mérnöknek magának kell döntenie.

Minden praktizáló mérnök tudja, hogy a diploma megszerzésével senki sem válik azonnal Mérnök-ké. Hosszabb-rövidebb műszaki munka után leszünk csak a műszaki tudományok alkotó alkalmazói, kutató mérnök-ké.

Az állam már korábban is feltételekhez kötötte egyes mérnöki hivatások gyakorlását. A feltételeknek való megfelelés elbírálását, eltérően az eddigi gyakorlattól, a törvény (és a módosításra kerülő számtalan miniszteri rendelet) a jövőben ezt a mérnökök köztestületének jogává és feladatává teszi.

A speciális mérnöki munkákra az egyes mérnökök (természetes személyek) vannak és lesznek feljogosítva, ha a követelményeknek a mérnökök a társadalom és szakmájuk köztestülete által elfogadottan megfelelnek. Különösen áll ez a tervezést, a szakértést végző mérnökökre és még inkább a szilárd és fluidum-bányászatban, a csővezetéki szállításban, a gázelosztásban dolgozó mérnökökre, akik munkájukat különös műszaki-biztonsági szabályok között végzik. (Csak példaként: a jövőben csak az a tervezővállalat végezhet tervezést, amelynek mérnök alkalmazottjai rendelkeznek tervezői jogosítvánnyal.)

Az előzőekből következik, hogy nemcsak a magántervezőknek, szakértőknek, hanem a gazdasági társaságoknak is érdekében fog állni speciális jogosítványokkal rendelkező és ezért kamarai tag mérnököket alkalmazni.

Néhány szót a Mérnök Kamara megalakításáról. A törvénytervezet szerint a mérnököknek megyei kamarákat kell létrehozniuk. A szervezést, a koordinálást a törvény a Mérnök Egylet feladatává teszi. A megalakult megyei kamarák alapszabályt készítenek és létrehozzák az országos kamarát.

A különféle szakmák országosan szerveződő szakmai tagozatokat hozhatnak létre. Egyes szakmákban — különösen ott, ahol alapvető a köz érdeke, vagy közérdekből különös szabályok rendelkeznek a biztonságról, a környezet, a tűz, az egészség védelméről — kötelező lesz szakmai tagozatok megalakítása.

Az alakuló ülésekről a mérnökök napilapokból, a Mérnök Újságból a szakmai egyesületek lapjairól tájékozódhatnak majd. (A törvény elfogadását követő 60 napon belül meg kell alakítani a kamarákat.)

A regisztrálás elősegítésére a következőkben adom meg a bányászat a csővezetékes szállítás, a gázszolgáltatás által érintett területeken a szervezők nevét és telefonját. Náluk már előzetesen lehet jelezni a regisztrátási igényeket. De megkereshetők a mérnök egyleti tagok is.

Megye	Szervező neve	Telefonszáma
Baranya-Tolna-Somogy	SZATHMÁRY Magdolna	(72)314-440
Békés	dr. FORJÁN Mihály	(66)452-232
Budapest és Pest megye	Mérnök Egylet	(1)156-9000
Borsod-Abaúj-Zemplén	HOLLÓ Csaba	(46)342-658
Csongrád-Bács-Kiskun	MEDGYESI Pál	(62)411-141
Hajdú-Bihar-Szabolcs-Szatmár	DEZSŐ Zsigmond	(52)319-304
Jász-Nagykun-Szolnok	LAZÁNYI Tamás	(56)414-282
Komárom	SASVÁRI József	(33)331-411
Nógrád-Heves	KÖVESI Tibor	(32)353-488
Veszprém	GÁDORI Vilmos	(87)411-644
Zala-Vas	KARSAI Álmos	(92)313-264

# *In Memoriam:*

## **KREMNICZKY VILMOS**

**1951—1996**



Ez év március 25-én tragikus hirtelenséggel, fiatalon elhunyt KREMNICZKY Vilmos tagtársunk, a Geofizikai Szolgáltató Kft. Mérésszervezési Osztályának vezetője. Nős volt, két leány édesapja. A miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Kar geofizikus szakának elvégzése után került a GES Kft. elődjéhez. A gyakornoki évek után üzemegység-vezetőként, majd osztályvezetőként dolgozott. Jó szervezőkészségével, határozottságával, következetes szókimondásával kivívta beosztottjainak, kollégáinak és vezetőinek elismerését, megbecsülését.

Jelentős érdeme volt abban, hogy a vállalat szeizmikus csoportjai jó referenciákat szereztek a külföldi megrendelők körében is. Ez év elején, a Mobil magyarországi méréseinek befejezésekor, az értékelésnél külön, név szerint dicséretet kapott a műveletek kiváló előkészítéséért és zökkenőmentes lebonyolításáért. Ekkor még nem tudtuk, hogy hamarosan elhagy bennünket.

Távozásával fájdalmas űrt hagyott maga után. Emlékét szeretettel őrizzük.

*Késmárky István*



- 1— BODOKY Tamás főszerkesztő
- 2— KÉSMÁRKY István búcsúzó elnök
- 3— FERENCZY László búcsúzó titkár
- 4— UJFALUSY Antal, az ellenőrző bizottság búcsúzó elnöke
- 5— NEMESI László, az alapítvány kuratóriumának elnöke
- 6— GADÓ Károly, a jelölőbizottság búcsúzó elnöke
- 7— HURSÁN László, a szavazatszámláló bizottság búcsúzó elnöke
- 8— ORMOS Tamás, a hivatalba lépő elnök
- 9— BELLÉR Éva ügyvezető titkár és SZIKORA Hilda
- 10— VERŐ László, a hivatalba lépő titkár, KÉSMÁRKY István,  
ORMOS Tamás és PÁLYI András, a hivatalba lépő alelnök
- 11— KÉSMÁRKY István és MÁRTON Péter professzor
- 12— KÉSMÁRKY István és TÓTH Lajos szerkesztő
- 13— A közgyűlés résztvevői







HU ISSN 0025—0120

---

*Főszerkesztő:* dr. Bodoky Tamás

*Szerkesztő:* Tóth Lajos

*Szerkesztőbizottság:* dr. Aczél Etelka, dr. Ferenczy László, Kakas Kristóf, dr. Szarka László,  
dr. Várhegyi András, Verő László

*A szerkesztőség címe:* Budapest, II., Fő u. 68. (1371 Budapest, Pf. 433)

Telefon: 201-9815

---